

**TARTU ÜLIKOOL  
LOODUS- JA TEHNOLOOGIATEADUSKOND  
ZOOLOOGIA OSAKOND  
ZOOLOOGIA ÕPPETOOL**

**Indrek Luig**

**EESTI VOOLUVETE SUURSELGROOTUTE  
UURITUSEST JA KASUTAMISEST  
BIOINDIKAATORITENA**

Bakalaureusetöö

Juhendaja: PhD Mati Martin

Tartu 2014

# Sisukord

Sissejuhatus .....	4
1 Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv .....	5
2 Vooluvete bioindikatsioonist ja bioindikatsiooni meetoditest.....	7
2.1 Suurselgrootutel põhinevatest vooluvete bioindikatsiooni meetoditest.....	7
2.2 Taksonirikkus.....	8
2.3 DSFI - Danish stream fauna indeks e. Taani vooluvete fauna indeks. ....	8
2.4 ASPT (average score per taxon) .....	9
2.5 EPT indeks .....	10
2.6 Etalonseisund (reference condition).....	10
3 Eesti vooluvete ja veesuurselgrootute liikide uuritusest Eestis .....	11
3.1 Eesti vooluvete uuritusest .....	11
3.2 Ühepäevikuliste (Ephemeroptera), kevikuliste (Plecoptera) ja ehmeistiivaliste (Trichoptera) üldiseloomustus ja uuritus .....	13
3.2.1 Ühepäevikulised (Ephemeroptera) .....	13
3.2.1.1 Ühepäevikuliste bioloogiast ja indikatiivsest väärtusest .....	13
3.2.1.2 Ühepäevikuliste liigilise koosseisu ja leviku uuritusest Eestis .....	14
3.2.2 Kevikulised (Plecoptera) .....	15
3.2.2.1 Kevikuliste bioloogiast ja indikatiivsest väärtusest.....	15
3.2.2.2 Kevikuliste liigilise koosseisu ja leviku uuritusest Eestis .....	15
3.2.3 Ehmeistiivalised (Trichoptera) .....	16
3.2.3.1 Ehmeistiivaliste bioloogiast ja indikatiivsest väärtusest.....	16
3.2.3.2 Ehmeistiivaliste liigilise koosseisu ja leviku uuritusest Eestis .....	18
4 Arutelu.....	19
Kokkuvõte .....	24
Summary.....	26
Tänuavaldused.....	28
Kasutatud kirjandus .....	29
Käsitajalised viited.....	33
Internetiallikad.....	33

Lisa 1 .....	34
Lisa 2 .....	35
Lisa 3 .....	37
Lisa 4 .....	39
LIHTLITSENTS.....	46
Mina, Indrek Luig (23.03.1987), .....	46

## Sissejuhatus

Viimastel aastakümnetel on seoses looduskeskkonna järjest intensiivsema kasutamise ja mõjutamisega muutunud eriti aktuaalseks vee ökosüsteemide kaitse, mille korraldamiseks on vajalik uurida ja koguda informatsiooni nende süsteemide seisundi kohta.

Käesoleva töö eesmärgiks on anda ülevaade:

- 1) Põhjamaades ja Eestis vooluvete bioloogilise seisundi hindamisel kasutatavatest peamistest meetoditest ja analüüsida neid faunistiliste baasandmete allikana,
- 2) Eesti vooluvete uurimisest,
- 3) kolme kõige enam vooluvete bioindikatsioonis kasutatava suurselgrootute rühma – ühepäevikuliste (Ephemeroptera), kevikuliste (Plecoptera), ehimestiivaliste (Trichoptera) bioloogiast, liigilise koosseisu ja leviku uuritusest meil,
- 4) erinevate bioindikatsioonimeetodite kasutamisel saadud andmete kättesaadavusest, usaldusväärsusest ja täpsusest etalonseisundi määratlemisel,
- 5) edasiste tööde vajadusest.

Töö põhineb Euroopa Liidus ja eriti Põhja-Euroopas kasutatavatel vooluvete ökoloogilise seisundi hindamise meetodeid käsitleval kirjandusel.

Eesti fauna kolme eelnimetatud suurselgrootute rühma liigilise koosseisu uurituse selgitamiseks on töötatud läbi lokaalfaunistiline kirjandus ja kättesaadavad mittepublitseeritud allikad. Saadud andmestikku võrreldakse paremini uuritud lähialadel (Taani, Soome, Rootsi) kindlaks tehtuga, et hinnata nende taksonite uurituse täiust meil seni leitud ja oletatava liigilise koosseisu võrdlemisel.

Samuti on kirjeldatud ning hinnatud nende kolme rühma uuritust Eestis ehk teadmiste taset nende kohta teistes aspektides: leiuandmete hulk, materjali läbitöötatus, andmete kättesaadavus, andmete hulk, kaardistatud liikide hulk ja kaardistatuse täius. Uuritud on millised liigid elavad vooluvetes.

# **1 Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv**

Euroopa Liidu (edaspidi EL) Veepoliitika Raamdirektiiv on 23. oktoobril 2000. aastal vastu võetud raamdokument (EC Directive 2000/60/EC), mis võtab kokku kaasaegsed arusaamad veekogude säästlikust kasutamisest ning kaitsest. Raamdirektiiv kohustab kõiki liikmesriike veekogude kvaliteedi eest hoolitsema ning sätestab, et pinnavee üheks väga tähtsaks kvaliteedikriteeriumiks on tema ökoloogiline seisund. EL liikmesriigid peavad hindama oma vete seisundit ning koostama veemajanduskavad, mille tulemusel peaks aastaks 2015 kõikide vete (pinnavee, sealhulgas rannikuvee ja põhjavee) seisund olema vähemalt “heal” tasemel. Vee seisundit määravad bioloogilised, hüdro-morfoloogilised ja füüsikalise-keemilised kvaliteedinäitajad.

Veekogu seisund loetakse väga heaks, kui veekogu füüsikalise-keemilised ja hüdro-morfoloogilised väärtused on võrreldes häirimatus olekus oleva vastava veekogu normaalsete parameetritega võrdväärsed või esineb niivõrd väikeseid kõrvalekaldeid, et need loetakse tühisteks. Veekogu seisund loetakse heaks kui veekogu füüsikalise-keemilised ja hüdro-morfoloogilised väärtused erinevad häirimatus olekus olevast vastavast veekogust inimtegevuse tulemusena üksnes vähesel määral. Veekogu seisund loetakse keskmiseks, kui bioloogilised kvaliteediparameetrid erinevad häirimatu vastava veekogu tüübi kvaliteediparameetritest inimtegevuse tulemusena mõõdukal määral aga oluliselt rohkem kui hea seisundi korral. Vastavalt veepoliitika Raamdirektiivile on selgrootute põhjaloomade puhul erinevate kvaliteedinäitajate kirjeldused järgmised (tabel 1).

**Tabel 1** Jõgede väga hea, hea ja keskmise seisundi määratlused suurselgrootute põhjal  
(EC Directive 2000/60/EC)

Kvaliteedi hinne	väga hea	hea	keskmine
Kirjeldus	<p>Taksonoomiline koosseis ja arvukus on täielikult või peaaegu täielikult sama, mis häirimatus olekus.</p> <p>Häiringutele tundlike taksonite ja häiringutele mittetundlike taksonite suhtes ei ilmne muutusi, võrreldes selle tasemega häirimatus olekus.</p> <p>Selgrootute taksonite mitmekesisuse tasemes ei ilmne muutusi, võrreldes selle tasemega häirimatus olekus.</p>	<p>Selgrootute taksonite koosseisus ja arvukuses esineb kergeid muutusi, võrreldes tüübispetsiifiliste kooslustega.</p> <p>Häiringutele tundlike ja häiringutele mittetundlike taksonite suhtes ilmneb kergeid muutusi, võrreldes selle tasemega häirimatus olekus.</p> <p>Selgrootute taksonite mitmekesisuse tasemes on kergeid muutusi, võrreldes tüübispetsiifiliste tasemetega.</p>	<p>Selgrootute taksonite koosseis ja arvukus on tüübispetsiifilistest kooslustest mõõdukalt erinev.</p> <p>Tüübispetsiifilise koosluse suuremad taksonoomilised rühmad puuduvad.</p> <p>Häiringutele tundlike ja häiringutele mittetundlike taksonite suhe ning mitmekesisuse tase on oluliselt madalam tüübispetsiifilisest tasemest ja märkimisväärselt madalam hea seisundi tasemest</p>

Veekogud, kus esineb suuremaid kõrvalekaldeid bioloogistes kvaliteedi parameetrites võrreldes vastavate häirimatute veekogutüüpidega, liigitatakse bioloogilisel hindamiskaalal vastavalt mitterahuldavaks või halvaks. Oluline on vahe tegemine keskmise ja hea seisundi vahel, sest keskmise kvaliteedimärgisega veekogu tuleb hakata vastavalt EL Raamdirektiivis tulenevast kohustusest parandama (EC Directive 2000/60/EC).

## **2 Vooluvete bioindikatsioonist ja bioindikatsiooni meetoditest**

Veekogude ökoloogilise seisundi hindamiseks on maailmas viimasel ajal laialdaselt kasutama hakatud suurselgrootuid, kelle taksonoomiline koosseis peegeldab hästi veekogus toimunud muutusi (Rosenberg 1993, Wright 2000). Vee suurselgrootud sobivad bioindikatsiooniks järgmistel põhjustel: võrreldes kaladega on nende liikuvus veekogu piires võrdlemisi väike, mikroorganismidega võrreldes on neil pikem eluiga, liigid (ja liigist kõrgemad taksonid) on laia levikuga ning liigiline mitmekesisus on suur. Lisaks on bioindikatsioonis kasutatavad suurselgrootute taksonid valitud niimoodi, et kogemustega uurijal oleks neid lihtne määrata ja koguda (Timm et al. 2010). Piisavalt pikk eluiga sobib veekogu ökoloogilise seisundi võrdlevaks hindamiseks juba sellepärast, et reostustundlikumate organismide esinemine veekogus tõestab, et veekogu seisund pole mitte ainult kogumishetkel, vaid ka organismi eluea jooksul oluliselt halvenenud. Erinevate reostustüüpide mõjud erinevatele suurselgrootute taksonitele on teada ning nende alusel on välja töötatud vastavad standardsed indeksid, mille alusel on võimalik veekogu bioloogilisele kvaliteedile hinnang anda (Timm 2000b).

Vooluvetes kasutatakse lisaks suurselgrootutele ka suurtaimestikku, kalastikku, mikrofüitobentost, ränivetikaid, bakteriplanktonit ning fütoplanktonit. Kõikide parameetrite mõõtmiseks on välja töötatud erinevad indeksid, millel antud töös pikemalt ei peatuta (Internet 1).

### **2.1 Suurselgrootutel põhinevatest vooluvete bioindikatsiooni meetoditest**

Maailmas on kasutusel mitmeid erinevaid suurselgrootutel põhinevaid vooluvete bioindikatsiooni indekseid. Siseveekogudega, sealhulgas ka vooluvete uurimisega ning biomonitoringuga, on Eestis tõsisemalt tegeletud viimase paarikümne aasta jooksul (Järvekülg 2001, Ristkok 1994, Internet 1). Üheks pikemaajalisemaks projektiks, mis hõlmab ka antud töös käsitletud vooluvete seisundi hindamiseks kasutatavaid indekseid, on Eesti jõgede hüdrobioloogiline seire. Selles vallas on hetkel tegev Eesti Maaülikooli PKI Limnoloogiakeskus ning erinevad Henn Timmi juhendatavad töögrupid. H.Timm on olnud põhiliseks panustajaks Põhja-Euroopas kasutuses olevate vooluvete seisundi hindamiseks loodud indeksite Eesti jaoks kohandamises. Tema poolt on välja töötatud ja meie tingimustesse kohandatud erinevate indeksite etalonpiirid ning klassipiirid

(Timm 2006). Viimaste aastate jooksul on Eesti Maaülikoolis H. Timmi juhendamisel koostatud mõned diplomitööd, mis on seotud siin töös käsitletavate rühmadega (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) ning Eesti vooluvetega ja nendes kasutatavate erinevate indikatsiooni meetoditega (Muna 2013, Sirel 2011, Nurmik 2011). Lisaks nendele on avaldatud veel mitmeid populaarteaduslikke publikatsioone suurselgrootutest ja erinevate indeksite kasutamisest Eesti vooluvete uurimises (Timm 1996, 1998c, 1999, 2000b, 2000c).

## **2.2 Taksonirikkus**

Taksonirikkuse all mõistetakse kõikide taksonite koguarvu ühest proovikohast saadud kõikides osaproovides. Taksonirikkus ei sõltu isendite arvust. Taksonirikkus on otseses seoses veekogu kvaliteediga, mida suurem mitmekesisus, seda parem on reeglina veekogu seisund. Erandiks on siinkohal looduslikult halbade elamistingimustega elupaigad, nagu pehmeveelised allikad, järved ning laukad. Sellistes veekogudes võib inimtegevuse mõjul taksonirikkus hoopis tõusta. Indeksi väljendamiseks määratakse proovis olevad isendid võimalikult madalamat järku taksonini.

Alati pole võimalik materjali liigini määrata, kuna mõne perekonna liigi vastsete korral on väga raske kindlalt väita, kas tegemist on ühe või teise liigiga. Sel juhul jäetakse määratuse aste perekonna tasemini, et vältida taksonirikkuse kunstlikku suurendamist (Timm et al. 2010).

## **2.3 DSFI - Danish stream fauna indeks e. Taani vooluvete fauna indeks.**

Taani vooluvete indeks (1998) on standardiseeritud meetod vooluvete bioloogiliseks hindamiseks. See asendab eelneva subjektiivse meetodi aastast 1970 (Danish Environmental Protection Agency 1998). Indeks on välja töötatud hindamaks orgaanilise reostuse taset väikestes ja keskmistes vooluvetes (Skriver et al, 2000). Indeksi väärtus saadakse valides võtmerühmade arvu järgi õige veerg (klass) ning seejärel positiivsete ja negatiivste indikaatorrühmade liitmise teel rida (Lisa 1.). Selle põhjal antakse veekogu orgaanilisele reostusele hinnang skaalal 1-7, kus 7 tähendab väga madal ja 1 väga kõrge (Skriver et al. 2000).



## 2.4 ASPT (average score per taxon)

ASPT on veekogude biomonitoringus, sealhulgas ka jõgedes, kasutatav indeks mille arvutamiseks kasutatakse ainult neid taksoneid, millele on omistatud tundlikväärtus (t) (tabel 2). Indeksi väärtus saadakse jagatisest, mille lugejas on proovist saadud sugukondade tundlikväärtuste (t) summa ning nimetajas on sugukondade arv. Mida kõrgem tulemus saadakse, seda paremaks hinnatakse antud proovi paiga seisundit. Proovides, milles leidub samast sugukonnast rohkem kui üks perekond või liik, läheb indeksi arvutamisel arvesse vaid üks (Timm et al. 2010).

**Tabel 2** Briti loomarühmade tundlikväärtused (t) (Armitage et al. 1983 järgi, täpsustatud, Timm et al. 2010)

Tundlikväärtus (t)	Taksonid
10	Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Ephemerellidae, Potamanthidae, Ephemeridae, Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae, Aphelocheiridae, Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae
8	Astacidae, Lestidae, Calopterygidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae, Psychomyiidae ja/või Ecnomidae, Philopotamidae
7	Caenidae, Nemouridae, Rhyacophilidae ja/või Glossosomatidae, Polycentropodidae, Limnephilidae
6	Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae ja/või Acroloxidae, Hydroptilidae, Unionidae, Corophiidae, Gammaridae, Platynemididae, Coenagrionidae
5	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae, Haliplidae, Hygrobiiidae, Dytiscidae ja/või Noteridae, Gyrinidae, Hydrophilidae ja/või Hydraenidae, Clambidae, Helodidae, Dryopidae, Elmidae, Chrysomelidae, Curculionidae, Hydropsychidae, Tipulidae, Simuliidae, Planariidae, Dendrocoelidae
4	Baetidae, Sialidae, Piscicolidae
3	Valvatidae, Bithyniidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Glossiphoniidae, Hirudinidae, Erpobdellidae, Asellidae
2	Chironomidae
1	Oligochaeta

## 2.5 EPT indeks

EPT indeks on meetod, mille abil hinnatakse veekeskkonna seisundit kolme putukarühma alusel. Indeksi väärtuseks on proovist leitud kolme putukaseltsi (ühapäevikulised – *Ephemeroptera*, kevikulised – *Plecoptera*, ehmeistiivalised – *Trichoptera*) liikide arv. Kui vähemalt üks isend on liigist esindatud, arvestatakse see liik indeksi väärtusesse. EPT indeks sobib bioindikatsiooniks just seetõttu, et enamik nende seltside taksoneid on keskkonnatingimuste suhtes küllaltki nõudlikud. Mida suurem on taksonirikkus, seda paremaks loetakse veekogu bioloogilist seisundit (Timm et al. 2010). Tabelis 3 on toodud erinevate hinnanguklasside väärtused ja etalonpiirid.

**Tabel 3** EPT etalontingimused ja klassipiirid Eesti vooluvetele

Valgala, voolukiirus	<b>R</b>	<b>H</b>	<b>G</b>	<b>M</b>	<b>P või B</b>
<100 km <sup>2</sup> , kiire	13	>12	10-12	8-9	<8
<100km <sup>2</sup> , aeglane	9	>8	7-8	5-6	<5
>100 km <sup>2</sup>	16,5	>15	13-15	10-12	<10
Emajõgi allpool Võrtsjärve, kiire	<b>7</b>	>6	6	4-5	<4

R-etалontase, H-väga hea, G- hea, M-keskpärane, P-halb, B-väga halb (Internet 2)

## 2.6 Etalonseisund (reference condition)

Kontrollseisund iseloomustab olukorda minimaalselt häiritud jõetüüpides, mis on organiseeritud, valitud keemiliste ja bioloogiliste parameetrite järgi ning mis oma olemuselt sobivad etaloniks bioindikatsioonis. Veepoliitika Raamdirektiivi dokumendi ning REFCOND juhendi järgi on etalonseisund defineeritud, kui olukord, mis on minimaalselt või täielikult mõjutamata antropogeenilistest teguritest ning vastab järgmistele tingimustele: (1) olukord antud kohas peab vastama täielikult või peaaegu täielikult häirimatule olukorrale, mis peab kajastuma hüdro-morfoloogilistes elementides ja bioloogilistes kvaliteedi elementides, (2) sünteetiliste saasteainete tase peab olema nullilähedane või siis mittetuvastatav kaasaegsete tavakasutuses olevate

testimismeetoditega, (3) mittesünteesiliste saasteainete kontsentratsioonide vahemikud peavad jääma looduslikult antud kohas esinevatesse vahemikesse (Wallin et al. 2003). Antud elukoha tüübi etalonseisundi puudumisel (looduslikult pole säilinud elupaiga tüübi „väga hea“ seisund) on võimalik antud etalonseisund „laenata“ kas naaberaladelt, minevikust või hoopis tuletada (Timm 2006).

Etalonseisundi hindamiseks Eesti vooluvete ja järvede jaoks kasutati aastatel 2000–2005 läbiviidud seire andmeid, kui ka erinevate üksikute projektide andmeid. Kasutati eespool mainitud vooluvete bioindikatsiooni indekseid, mille tulemusel saadi 121 vooluvete etalonkohta (Timm 2006). Kui on olemas etalonseisund ehk „väga hea“ seisund, hinnatakse selle alusel teised (hea, keskmine, halb ja väga halb) seisundid. Euroopas hetkel puudub ühtne süsteem, kuidas teisi seisundeid hinnata. Eestis kasutatakse selleks Wallini poolt loodud süsteemi, kus „heale“ seisundile vastab 85% indeksi etalonväärtusest ning hea ja keskpärase piir on 70% indeksi etalonväärtusest. H. Timm märgib oma töös veel, et kui kõikide indeksite puhul sellist lähenemist ei saa kasutada, siis lähtutakse varasematest kogemustest (Timm 2006, Wallin et al. 2003).

### **3 Eesti vooluvete ja veesuurselgrootute liikide uuritusest Eestis**

Alljärgnevalt antakse lühiülevaade Eesti vooluvete uuritusest. Ülevaade on vajalik, et näha kuivõrd on seniste uuringute põhjal võimalik saada kaasaegsetele tingimustele vastavat informatsiooni vooluvete seisundi hindamiseks ja vastavate meetodite kasutamiseks. Selleks, et otsutada, millisel tasemel on meie teadmised vooluvete suurselgrootutest (liigiline koosseis, levik, elupaigaline levik) on täpsemalt vaadeldud kolme paremini tuntud rühma – ühepäevikulisi, kevikulisi ja ehmeistiivalisi.

#### **3.1 Eesti vooluvete uuritusest**

Suhteliselt hiljuti, 2001 aastal avaldatud Eesti jõgede monograafias, on Arvi Järvekülgi kirjutanud, et erinevalt järvedest, mille kompleksuurimine algas juba 20. sajandi algusaastatel, olid meie jõed kuni viimase ajani hüdrobioloogiliselt väga vähe uuritud (Järvekülg 2001). Kõige varasemaks, ulatuslikumaks ja põhjalikumaks ettevõtmiseks oli 1947–1950 Tartu Ülikooli Zooloogia kateedri ning Zooloogia ja Botaanika Instituudi (ZBI) poolt läbi viidud Emajõe detailne hüdrobioloogiline uurimine, lisaks kuue lisajõe (Pedja, Laeva, Amme, Ahja, Kalli, Kargaja) uuring. Samadel aastatel tehtud uuringus

uuriti zooplanktoni sessaonset muutumist Tähtvere vaatluspunktis ning 36 Emajõe vanajões (Järvekül 2001). Aastatel 1962–1969 viidi läbi J. Ristkoki juhtimisel mitmeid uuringuid Emajõe vanajõgedel, Elva jõel ning Ahja jõel (Ristkok 1969, 1970, 1974, Ruse 1969). 1985–1987 viidi ZBI poolt läbi biogeenisisalduse, bakteri- ja fütoplanktoni uuringud Peipsi järve suubuva 9 Eesti jõe alamjooksul ning Narva jõe algusosas (Lokk et al. 1988, Lokk 1994). Samasugust uuringut teostati ka aastatel 1985 ning 1988 Võrtsjärve suubuva üheksa jõe alamjooksul (Lokk et al. 1988, Lokk 1994). Biogeenisisaldust ning fütoplanktonit kajastav uuring tehti Zooloogia ja Botaanika Instituudi ja Merebioloogia Instituudi poolt aastal 1986 (Porgasaar, et al 1986, Vilbaste 1986, Randveer 1986). Lisaks on I. Maalmann uurinud bakteriplanktoni dünaamikat Emajões 1985 aasta suveperioodil (Järvekül 2001). Emajõe taimestiku ülevaade enne Järvekülge pärines aastast 1992 (Järvekül 2001). J. Ristkoki Emajõe veestiku vooluvetest leitud hüdrobiontide kokkuvõttev töö pärineb 1994 avaldatud Eesti Loodusuurijate Seltsi aastaraamatust (Ristkok 1994). Seni suurim Eesti jõgede kompleksuuring viidi läbi Zooloogia ja Botaanika Instituudi poolt aastatel 1987–1997 ning aastalt 2001 ilmus selle uuringu käigus kogutud andmete kohta kokkuvõttev monograafia „Eesti Jõed“.

Aastast 1994 on Eesti Maaülikool ning Põllumajandus- ja Keskkonnainstituut läbi viinud jõgede hüdrobioloogilist seiret, mille eesmärgiks on anda ülevaade Eesti jõgede ökosüsteemide seisundist ning muutusest pikema aja vältel. Seire käigus kogutud andmete põhjal on võimalik hinnata inimtegevuse mõju Eesti jõgede ökosüsteemidele ning sellest lähtuvalt rakendada erinevaid kaitse- ja säilitusmeetmeid. Seireobjektideks on 25 Eesti suuremat jõge ning nende lisajõed. Seire viiakse läbi viieaastaste tsüklitena. Esimeses tsüklis (1994–1999) oli eesmärgiks usaldusväärsete taustandmete ja lähtealuste loomine, mille alusel oleks võimalik pikaajaline jõgede monitooring. Teises (1999–2004) ja kolmandas (alates 2004) tsüklis lisandus veel jõgede seisundi jälgimine aja jooksul. Seisundi hindamiseks kasutatakse erinevaid keemilisi, füüsikalisi ja bioloogilisi parameetreid, sealhulgas ka põhjaloomastikku. Alates 2000. aastast on seire käigus arvutatud ka käesolevas töös olulist EPT indeksit (internet 1). Eeltooduga on lühidalt kokku võetud peamine Eesti vooluvete uurimisest, mis on ka vooluvete suurselgrootute uurituse hindamisel taustaks.

## **3.2 Ühepäevikuliste (Ephemeroptera), kevikuliste (Plecoptera) ja ehmesiivaliste (Trichoptera) üldiseloostus ja uuritus**

Vee suurselgrootud on organismid, kes vähemalt osa oma elutsüklist veedavad veekogus. Suurselgrootute alla kuuluvaid organisme on võimalik kinni püüda võrguga, mille silmuse suuruseks on 0,5mm. Rühma kuuluvad: putukad, ämblikulaadsed, koorikloomad, limused, nematoodid, lameussid, rõngussid, käsnad ja sammalloomad (Rosenberg et al. 1993). Antud töös on nendest käsitletud kolme putukaseltsi, mille liikide valmikud elavad maismaal, õhukeskkonnas, vastsed aga veekogudes.

### **3.2.1 Ühepäevikulised (Ephemeroptera)**

Ühepäevikulised Ephemeroptera on vastsestaadiumis mage- ja riimveelise eluviisiga üks evolutsiooniliselt vanim tiibadega putukate rühm (Engblom, 1996, Remm, E. 1970). Ühepäevikuliste vastsed läbivad kogu elutsükli veekogu põhjas ning valmikud, kes on suhteliselt halva lennuvõimega, tegutsevad peamiselt vastsete mikroelupaiga lähiumbruses (Remm, E. 1970). Ühepäevikuliste nimi tuleb nende valmikute lühikesest elueast, mis võib ulatuda mõnest tunnist paari nädalani. Inglise keelne nimi *Mayflies* viitab valmikute koorumise ajale. Suur osa ühepäevikuliste elutsüklist möödub vastsestaadiumis, mis võib madalatel temperatuuridel kesta enne valmikuks saamist kuni kolm aastat (Engblom 1996, Remm, E. 1970). Ühepäevikuliste üheks eripäraks on kaks tiibadega arengustaadiumit (eelvalmik ja valmik), mida teistes putukarühmades ei esine (Timm 1998c).

#### **3.2.1.1 Ühepäevikuliste bioloogiast ja indikatiivsest väärtusest**

Ühepäevikuliste Ephemeroptera elutsükkel jaguneb nelja arengujärgu vahel: muna, vastne, eelvalmik ja valmik, ning jaotub kaheks, üksteisest selgelt eraldatud osaks: veekeskkonnas pikemaajaliselt veedetud elutsükliks ning lühikeseks õhus veedetud elutsükliks (Remm, E. 1970). Ühepäevikuliste elutsükli peetakse mittetäielikuks, kuna puudub nukustaadium. Elutsükkel võib olla mitmeaastane (semivolitiinne), kus vastne veedab kaks kuni kolm aastat veekeskkonnas, ühe aastane (univolitiinne), kus üks põlvkond talvitub kas vastsena või muna staadiumis või kahe aastane (bivolitiinne), kus piisavalt kõrge veetemperatuuri korral võib esineda kaks või isegi kuni kolm põlvkonda aastas (Engblom 1996).

Vastsestaadiumi suhteliselt pikk kestvus võimaldab ühepäevikulisi kasutada adekvaatsete bioindikaatoritena vee bioloogilise seisundi hindamisel. Ühepäevikuliste vastsed on eriti tundlikud happelisuse tõusu suhtes, sobides seetõttu heaks indikaatorrühmakas selle parameetri suhtes. Seltsis jagunevad vooluveses elavad ühepäevikulised väga tundlikeks ja vähem tundlikuks happesuse tõusu suhtes (ebaregulaarsed ja harvaesinevad happesse tõusud ning pH kuni 5,5). Happesuse suhtes tolerantseid (pH < 5,5 pikemate perioodide vältel) liike ühepäevikuliste hulgas ei leidu (Braukmann 2001).

### 3.2.1.2 Ühepäevikuliste liigilise koosseisu ja leviku uuritusest Eestis

Ühepäevikuliste uuritusest Eestist ilmus esimene kokkuvõte aastal 1953, mis põhineb kirjutise autori poolt ajavahemikus 1928–1951 a. kogutud andmetel ning prof. H. Riikoja juhendamisel Emajõe kogutud materjali analüüsil. Töös on käsitletud 37 liiki kaheksast sugukonnast (Хаберман 1953). Uuem, tolle aja seisuga kõiki liike haarav ühepäevikuliste määraja ilmus aastal 1970, sisaldades 42 liiki kümnest sugukonnast (Remm, E. 1970). Määrajas olevad liigid: (Remm, E. 1970) *Ametropus fragilis* Albarda, 1878, *Potamanthus luteus* (Linnaeus, 1767) ja *Heptagenia coerulans* Rostock, 1878, siiski Eestis ei esine (Luig 2004). 1998 aastal ilmunud Eesti Punases Raamatus lisandub 1 liik *Procloeon ornatum* Tshernova, 1928 mida pole varem Eestis ilmunud kirjanduses mainitud, mis Fauna Europaea andmetel on liigi *Procloeon bifidum* (Bengtsson, 1912) sünonüüm (Timm 1998a, Luig 2004). A. Järvekül lisab loetellu veel ühe liigi *Ecdyonurus venosus* (Fabricius, 1775), mis Fauna Europaea andmetel meil siiski puudub. Lisaks on Järveküljel eraldi liikidena määratud *Siphonurus alternatus* (Say, 1824) ja *Siphonurus linnaeanus* Eaton, 1871, mis on Fauna Europaea andmetel teineteise sünonüümid, millest viimane kahest on praegu kasutusel. (Järvekül 2001, Luig 2004). Kaasaegset Eesti fauna terviknimestikku selle seltsi kohta ei ole avaldatud.

Aastatel 1987–1997 kogutud ja A. Järvekülje poolt komplekteeritud andmete põhjal on vooluveelise eluviisiga 27 ühepäevikuliste taksonit. Selle perioodi kohta on esitatud kaheksa liigi leiukoha kaardid Eesti jõgedes (Järvekül 2001).

### 3.2.2 Kevikulised (Plecoptera)

Kevikulised on väike, üle maailma troopikast Arktikani levinud putukate selts, mille suurim liigiline mitmekesisus on parasvöötmes. Üle 1700 liigi on jaotatud kahte alamseksi: *Antarctoperlaria*, mis esineb ainult lõunapoolkeral ja *Arctoperlaria*, mis esineb mõlemal poolkeral. Põhja-Euroopa kevikuliste fauna on suhteliselt hästi uuritud, mis on hõlbustanud mitmete bioindikatsiooniteemaliste uuringute läbiviimist (Brittain et al. 1996, Lillehammer 1988).

#### 3.2.2.1 Kevikuliste bioloogiast ja indikatiivsest väärtusest

Enamik Põhja-Euroopa kevikulisi on ühe aastase (univolitiinse) elutsükliga. Sellistel liikidel on munana võrdlemisi lühike arengustaadium suvel ja pikk vastse ehk nümfi arengustaadium sügisel ja talvel. Enamiku liikide valmikud väljuvad samuti jahedal perioodil. Suvel valmikutena esinevaid liike on suhteliselt vähe.

Kevikuliste vastsed on võimelised arenema madalatel temperatuuridel, mis teeb nad kohaseks Põhja-Euroopa talvistele veetemperatuuridele. Elupaiga liigirikkus on suures osas määratud vooluvee põhjasubstraadiga. Suurimat liigirikkust esineb vooluveekogude kivise põhjaga elupaikades (Brittain 1996, Lillehammer 1988). Eestis on vastsete elupaigaks peaaegu eranditult vooluveekogud ja allikad. Erandina võib välja tuua *Nemoura cinera* (Retzius, 1783), kes suurvee ajal võib elutseda üleujutatud aladel (Timm 1994). Sellest tulenevalt on kevikulised väga headeks bioindikaatorliikideks Eesti vooluvetes.

#### 3.2.2.2 Kevikuliste liigilise koosseisu ja leviku uuritusest Eestis

Veel hiljuti olid kevikulised Eestis kõikides aspektides suhteliselt väheuuritud putukarühm. H. Remmi ja K. Elbergi järgi võis kevikuliste oletatav liikide arv Eestis ulatuda ligikaudu kolmekümneni (Remm, H. 1966, 1970; Elberg 1995), kuid täpsemat liiginimestikku kuni selle ajani avaldatud ei olnud. Varem oli avaldatud vaid mõningaid juhuslikke märkmeid. Hinnang põhines arvatavasti paremini uuritud naabermaade andmetel ja alles suhteliselt hiljuti läbiviidud uuringud on seda küsimust selgitanud.

Aastal 1994 avaldatud töö (Timm 1994) tulemusel leiti Eestist 16 liiki kevikulisi. Nimetatud töö on ka esimene põhjalikum ülevaade kevikulistest Eestis. Töös toob autor kevikuliste kogumiskohtade kaardi, mille põhjal võib näha, et materjali oli kogutud üle kogu Eesti territooriumi. Autor toob töös ka liikide tabeli, kus iga liigi

kohta on märgitud eksemplaride arv uurimismaterjalis, kuid täpsem kogumiskohtade loend puudub. 1998 avaldatud punases raamatus märgib H. Timm, et tegelik liikide arv Eestis võib olla paarikümne ringis (Timm 1998b). Kaks aastat hiljem, sama autori poolt avaldatud töös täiendas ta liikide nimekirja kuue liigi (*Amphinemura borealis* (Morton, 1894), *Leuctra fusca* (Linnaeus, 1758), *L. nigra* (Olivier, 1811), *Brachyptera risi* (Morton, 1896), *Diura nanseni* (Kempny, 1900) ja *Isoptena serricornis* (Pictet, 1841)) võrra, tõstes Eestis esinevate kevikuliste liikide arvu 22-ni (Timm 2000a). Töös on esmakordselt toodud ka liikide levikukaardid Eestis. Aastal 2002 kaitsnud K. Mardi diplomitööst lisandub veel 1 liik *Capnopsis schilleri* (Rostock, 1892) (Mardi 2002). Eestis ja lähialadel esinevate liikide arvu võrreldes võib järeldada, et kevikuliste seltsi liigiline koosseis on meil suhteliselt hästi teada. Lisanduda võiks veel liike, mis on naaberladel laialt levinud. Nende puudumist seni tehtud püükides võib seletada kas harulduse või lokaalse esinemisega.

### **3.2.3 Ehmediivalised (Trichoptera)**

Ehmediivalised on suur ja mitmekesine veeputukate selts, mis on laialdase levikuga üle kogu maailma. Ehmediivaliste vastsed on väga mitmekesise elupaiga valikuga, suutes asustada peaaegu kõiki maailma magevee elupaiku, mõned liigid suudavad asustada ka riimveelist keskkonda, taludes soolsust kuni 17 promilli. Selts on lähisuguluses liblikalistega Lepidoptera (Timm 1996, Wiggins, 1998).

Ehmediivaliste valmikud sarnanevad hämarikulibliklastele, kuid erinevalt viimastest on nende tiivad kaetud karvade, mitte soomustega ja neil puudub tüüpiline imilont. Valmikud on enamasti pruunikates toonides ilma erilise värvimustrita, nende keha on 20–40 mm pikk, kaks paari kilejaid tiibu, eestiivad ja tagatiivad on erineva kujuga ning tiivasoonestus on suhteliselt tihe. Tiivad volditakse katusekujuliselt puhkeasendis seljale kokku. Valmikute suised on redutseerunud ja tundlad on pikad, niitjad tipul ahenevad (Лепнева 1964).

#### **3.2.3.1 Ehmediivaliste bioloogiast ja indikatiivsest väärtusest**

Ehmediivaliste valmikud munevad munad vastavalt liigilisele eripärale kas vee kohal asuvatele taimedele, vee pinnale või veekogu põhja. Mõnede ajutiste veekogude liikide puhul toimub munemine maapinnale, kus veekogu tekkides toimub koorumine (Solem et al. 1996, Timm 1996).



Ehmestiivalistel võib esineda üks või mitu põlvkonda aastas. Osa liike on mitmeaastase arenguga (semivolitiinsed), nende vastsestaadium kestab kaks või enam aastat. Enamik liike Põhja-Euroopas ja parasvöötmes on ühe- või mitmeaastase arengutsükliga (uni- või semivolitiinsed). Esineb liike, kes on kindlat tüüpi elutsükliga, kuid on ka neid kelle areng varieerub uni- ja semivolitiinsuse vahel. (Solem et al. 1996, Timm 1996). Vastsed on peaaegu eranditult veelise eluviisiga, ainult mõned liigid võivad elada maismaal näiteks samblas. Eestis sellised liigid puuduvad (Timm 1996). Vastsete elutsükkel kujutab endast viit vanusejärku, mida eristavad üksteisest kestumised. Ehmestiivaliste vastsed eritavad siidi taolist materjali, mida kasutatakse erinevat tüüpi kodade ehitamiseks. Kodade ehitajad jaotatakse vastavalt kodade ehituse järgi viieks:

1. vabalt elavad vormid – koda puudub, kookon ehitatakse vahetult enne nukkumisstaadiumit siidiga kokku tsemeneeritud liivateradest, mis liimitakse kivile,
2. liigid, kelle vastsed ehitavad kaasaskantava, ehituselt kilpkonna kilpi meenutava koja (Saddle-case makers), mis enne nukkumist kõvale substraadile liimitakse,
3. liigid, kelle vastsed on väikesed ja elavad ilma kojata kuni viienda vanusejärguni. Peale seda ehitatakse koti-, tünni- või pudelilaadne koda (Purse-case makers),
4. liigid, kelle vastsed on enamasti paikse eluviisiga ning ehitavad statsionaarseid pelgupaiksid ning sageli kasutades püünis või filtervõrke (Net spinners or retreat makers),
5. liigid, kelle vastsed ehitavad torukujulisi kaasaskantavaid kodasid (Tube case makers) (Solem et al. 1996, Timm 1996, Edington et al. 2005, Wallace et al. 2003).

Tulenevalt üsna pikalt kestvast vastsestaadiumist, mis mõne üksiku erandiga veedetakse veekeskkonnas, on ehmestiivaliste vastsed suhteliselt headeks bioindikaatoriteks. Suur osa liike on tundlikud ka happesusele, mis on oluline parameeter bionindikatsioonis (Solem et al. 1996).

### 3.2.3.2 Ehmesiivaliste liigilise koosseisu ja leviku uuritusest Eestis

Eesti ehmesiivaliste uurimisega alustas esimesena Läti entomoloog ja botaanik P. Lackschewitz. Tuginedes enda ja teiste tollel ajal tegutsenud teadlaste andmestikule, koostas ta esimese nimestiku Eesti ja Põhja-Läti kohta. Selles nimestikus on 172 liiki, nendest 119 Eesti territooriumilt. Enamik andmeid liigilise koosseisu kohta on kogutud alates kahekümnenda sajandi esimest poolest teostatud hüdrobioloogiliste uuringute käigus. Eesti ehmesiivaliste nimestiku koostamisele on palju kaasa aidanud ka Eesti kohta kogutud andmed, mida säilitatakse Lätis ja Soomes. Aastal 2011 on J. Viidalepp, H. Timm ja J. Salokannel koostanud nimestiku Eesti ehmesiivalistest kuhu kuulub 190 liiki (Viidalepp et al. 2010). Võrreldes Läti, Leedu ning Soomega kus on vastavalt 196, 173 ning 214 (Višinskienė 2009, Viidalepp et al. 2010) liiki võib öelda, et mainitud nimestik võiks olla suhteliselt täielik. Leviku kaarte on avaldatud seitsme liigi kohta A. Järvekülje monograafias *Anabolia* *Anabolia laevis* Zetterstedt, 1840, *Brachycentrus subnubilus* Curtis, 1834, *Ithytrichia lamellaris* Eaton, 1873, *Lepidostoma hirtum* (Fabricius, 1775), *Molanna angustata* Curtis, 1834, *Notidobia ciliaris* (Linnaeus, 1761), *Silo pallipes* (Fabricius, 1781) (Järvekülg 2001).

## 4 Arutelu

Antud töös huvitasid autorit vooluveekogude ökoloogilise seisundi hindamise võimalused suurselgrootute põhjal Eestis, vastavate metoodikate olemus ja kasutatavus teaduslike andmete saamiseks. Samuti vaadeldi, kuivõrd on praeguseks ajaks täidetud Eestis Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiivi nõuded vooluvete seisundi hindamise osas. Vooluvete suurselgrootute uurituse selgitamiseks käsitleti töös näidisrühmadena kolme vooluvete bioindikatsioonis kõige enam kasutatud suurselgrootute - (ühepäevikuliste, kevikuliste ja ehmesiivaliste - bioloogiat ning selgitati nende rühmade uurituse tase Eestis. Kõik mainitud teemad on omavahel tihedalt seotud ja nende koos käsitlemine aitab autori arvates paremini mõista vooluvete kaitse teemat üldisemalt ja seda, mida oleks vajalik edaspidi teha meie vooluveekogude elustiku paremaks tundma õppimiseks.

Saavutamaks ökosüsteemi head seisundit, mis tähendab looduslikule võimalikult lähedast olukorda, on vajalik seda kaitsta võimalikult palju inim mõjude eest. Eesmärgi saavutamiseks kuluvate ressursside hulk võib olla väga suur ja tõesed hinnagud tegelikule olukorrale, vastava süsteemi seisundile, äärmiselt olulised, sest nendest lähtuvalt tehakse vastavaid majanduslikke otsuseid. Õigeaegsed vaatlused võimaldavad juba varjases perioodis sekkuda halveneva seisundiga ökosüsteemi. Võib oletada, et varajase sekkumisega kaasnevad kulutused jääksid oluliselt madalamaks, kui need, mis oleksid vajalikud juba ulatuslikult rikutud süsteemi taastamiseks. Seega oleksid vajalikud teaduslikud, täpsed ning avalikult kättesaadavad andmed, et oleks võimalik õigete tegevuste planeerimine ja kulutuste optimeerimine.

Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiiv on üks olulisemaid riike survestavaid rahvusvahelisi kokkuleppeid veekogude kaitseks, mille nõuded peaksid olema lähemaks ajaks täidetud. Aastaks 2015 peaks Eesti vooluvete seisund olema vähemalt heal tasemel. Küsimusele, kas Eestis on vooluveekogude seisundit direktiiviga määratud tähtjaks vajalikul tasemel hinnatud, saab vastata, et avalikult kättesaadavate andmete põhjal ei ole seda jõutud teha piisavalt täpselt. Eelnevalt mainitud arvamus on täpsemalt selgitatud alljärgnevas arutelus. Autor eeldab seejuures, et ainult liigilisel ja liikide mikroelupaigalisel tasemel tehtud uuringud, kui arvesse on võetud kõik olulised vooluvete tüübid, saavad anda tõese aluse etalonseisundi määratlemiseks ja vastavate hinnangute andmiseks. Kõik suuremal tasemel üldistused muudavad meie ettekujutuse ebatäpsemaks.

Taani ja ASPT meetodit kasutades ei ole vaja materjali määrata liikideni, piisab sugukonna ja perekonna tasemest. Sellisel juhul toimub aga üldistamine ja kaotatakse liigilisel tasemel informatsiooni. Probleem võib tekkida ka sellest, et sama perekonna liigid võivad olla erineva reostustundlikkusega või eelistada erinevaid mikroelupaiku. Häiringu esinemisel ei pruugi kõik liigid olla proovivõtmise kohas kadunud ja perekond küll esineb aga liike on vähemaks jäänud. Selline hinnangu andmine võib autori arvates põhjustada kõrgema, ebatäpse hinnangu hetkeolukorrale proovikohas.

Taksonirikkus ja EPT indeks vajavad lähteandmetes liigi tasemeni määrangut. Samas on nende meetodite etalonseisundid erinevatele elupaigatüüpidele määratud ainult väheseid tingimusi kasutades (valgala suurus, voolu kiirus ja põhja tüüp). Nende meetodite puhul on küll kasutatud täpseid määranguid, kuid ei ole arvestatud mikroelupaigast tulenevate liigilise koosseisu eripäradega. Eesti tingimustes oleks seda kindlasti vajalik uurida. Eelnevast lähtuvalt, ei saa autori arvates tõest hinnangut vooluvete hetkeolukorrale suurselgrootute põhjal veel anda, kuna vastavad meetodid võimaldavad seda teha vaid meetodikatega etteantud raamides. Need aga ei kirjelda piisavalt täpselt looduslikku olukorda. Küll aga on need standardiseeritud meetodid heaks võimaluseks üldisemas plaanis veekogu ökoloogilisele seisundile hinnangu andmiseks suhteliselt väikese tööjõukuluga. Selline hindamine on oma olemuselt kokkuleppeline.

Looduse kaitsmisel on oluline säilitada vastaval alal looduslikud protsessid toimivate ja eripärastena. Üldistatult teemat käsitledes võib Eesti vooluvete osas näha, et nende seisund on heal tasemel. Konkreetseid elustiku rühmi liigilisel tasemel vaadeldes näeb siiski, et detailsemate teadmiste juurde, ehk eripära kirjeldamiseni, piisaval tasemel ei ole jõutud. Autori arvamus eeltoodust lähtudes on, et Eesti vooluvete suurselgrootud ei ole piisaval määral uuritud, kuna meil puudub vajalikul tasemel hinnang olukorrale liikide ja mikroelupaikadest lähtuvalt.

Õige hinnangu aluseks vooluvete ökoloogilisele seisundile veesuurselgrootute osas on täpse etalonseisundi olemasolu. Sellest sõltub veekogu seisundi parandamise vajadus koos vastavate kulutuste planeerimisega. Hetkel on küll kõiki suurselgrootute taksoneid kasutates välja töötatud Eestis vooluvete etalonseisundid erinevate bionindikatsiooni meetodite jaoks, kuid kõikide meetodite puhul ei ole taksonite määratuse aste mitte liigi tasemel, vaid üldistav, kõrgemaid taksoneid arvestav. Erinevad etalonseisundi tüübid vooluvete jaoks põhinevad ainult mõnedel parameetritel: valgala suurus, voolu kiirus (aeglane, kiire) ja põhja tüüp (Timm et al. 2008, Timm

2006). Seni avaldatud andmetest selgub, et Eestis kasutatavad meetodid on teistest maadest üle kantud ning meie oludesse kohandatud, arvestamata liigilist levikut ja mikroelupaigalist eripära.

Eestis oleks autori arvates vajalik uurida, kuidas mõjutavad jõe erinevad füüsilised omadused ja sellest tulenevad elupaigad liigilist koosseisu („koosluse“ struktuuri) antud töös käsitletava kolme rühma puhul. Erinevate jõetüüpide mikroelupaikadest sõltuvalt asustavad eri tüüpi jõgesid ja ka ühe jõe erinevaid lõike erinevad ühepäevikuliste, kevikuliste ja ehimestiivaliste liigid. Selline uuring oleks vajalik, et hinnata tõeselt etalonseisundit erinevates jõe tüüpides mikroelupaiga tasemel. Vastavat uuringut aga ainult nende kolme taksoni kohta tehtud ei ole. Taanis on läbi viidud uuring ehimestiivaliste osas, mis kattis suure osa Taanis teadaolevalt esinevatest liikidest (Wiberg-Larsen et al. 2000) ja suure valiku vooluveekogudest. Lätis on selline uuring läbi viidud 9 jõe kohta, kus analüüsiti 28 ehimestiivaliste liiki (Skuja et al. 2010). Eeltoodu põhjal võib öelda, et detailsetest teadmistest rääkides on seda väga vähe, eriti kui arvestada, et kolme näidisrühma puhul on tegemist kõige enam huvipakkuvamate vormidega, mida tuntakse ka teistest elustiku rühmadest suhteliselt paremini ja mida on väidetavalt lihtsam määrata. Sellest võib järeldada, et teised vähetuntud selgrootute rühmad vooluvetes on veelgi vähem uuritud.

Töö käigus selgus ka, et Eestis on vooluvete uurimine võrreldes seisuvetega kestnud palju lühemat aega. Ajalooliselt on peamiselt tähelepanu pööratud järvede uurimisele. Võib arvata, et isegi Eesti tingimustes väheste veeseligrootute uurijate tähelepanu ja tegevus piirduski peamiselt järvede elustiku uurimisega ja jõgesid jõuti uurida vähem. Küll on näha, et materjali koguti vooluvetest palju ning vastavate projektide laiaulatuslikkuse põhjal on selge, et kõiki materjale piisava detailsusega läbi töötada ei jõutud. Samuti võib arvata, et lühikese uurimisajaloo tõttu puuduvad meil veel põhjalikud teadmised paljude vooluvetes elavate organismirühmade osas, et öelda milline on Eesti jõgede, ojade ja teiste vooluvete omapära.

Viimati on kolmest käesolevas töös käsitletud putukaseltsist Eestis faunistiliselt uuritud ehimestiivalisi, mille annoteeritud liiginimestik avaldati hiljuti (Viidalep et al. 2010). Tundub, et töö puhul on eesmärgiks olnud hetkeseisuga liikide nimestiku koostamine ja haruldasemate liikide leiuandmete valikuline avaldamine. Väheste haruldaste ja muul moel huvipakkuvate liikide leiuandmeid on töös toodud nii valmikute kui ka vastsete kohta. Spetsiaalselt ehimestiivalistele pühendatud töid ei ole pikka aega avaldatud, mistõttu on vajalik selle rühma põhjalikum uurimine nii vastsete,

kui valmikute põhjal ja liikide leviku kaardistamine. See oleks omakorda aluseks liikide mikroelupaiga eelistuste teada saamiseks Eestis. Kevikulisi on kolmest kõnealusest rühmast uuritud kõige põhjalikumalt, mis tähendab, et avaldatud on kaasaegsel tasemel ülevaated ja liikide levikukaardid (Timm 2000a). Ühepäevikuliste liiginimestik, kui võtta see kokku erinevate tööde põhjal, on küll üsna põhjalik, kuid liikide nii üldise kui ka detailse leviku osas on andmed teiste rühmadega võrreldes kõige puudulikumad.

Selgus, et kolme töö keskmises oleva suurtaksoni - ühepäevikuliste, kevikuliste, ehmeistiivaliste - liigilise koosseisu tuntuse tase on meil võrreldes naaberaladega suhteliselt hea. Võrreldes Eesti ja lähialade vastavaid liiginimestikke liikide üldleviku taustal, võib oletada, et meie nimestikud võiksid veel täieneda, kuid mitte palju. Mitmed põhjapoolsema levikuga liigid tõenäoliselt oma levilaga Eestisse ei ulatu. Seega võib liigilise koosseisu tuntuse osas rahule jääda ja lugeda see piisavaks üldhinnagute andmisel (Lisa 2, Lisa 3, Lisa 4). Käsitletud kolme suurselgrootute rühma põhjalikumaks uurimiseks oleks aga vaja täpseid leiuandmeid liigilisel tasemel Eesti vooluvetes.

Kirjanduse läbitöötamisel selgus, et otsest allikat, millest selguksid vooluveelise eluviisiga liikide nimestikud kolme käsitletud rühma kohta, ei ole. Seotus vooluveekogudega õnnestus kindlaks määrata järgmiselt: ühepäevikulisi 33 liiki, kevikulisi 13 liiki, ehmeistiivalisi 133 liiki. Sellist nimestikku ei ole Eesti liikide kohta sellises mahus koostatud (Lisa 2, Lisa 3, Lisa 4). Nimestikud võiksid autori arvates positiivselt panustada tuleviku uuringutesse käsitletud kolme rühma puhul.

Töö käigus selgus, et viimasel ajal on Eesti vooluvete biomonitoring toimunud igal aastal ja paljudes kohtades. Henn Timmi tööst (2008) selgub, et aastatel 1985–2002 on proove minimaalselt häiritud vooluveekogudest kogutud üle 900. Jõgede hüdrobioloogilise seire viimase viieaastase tsükli käigus koguti proove 119 jõel ja 269 seirejaamas, lisaks sellele igal aastal veel viies jõestikus 23–24 jõel ja 52–56 seirejaamas (Internet 1, Timm et al. 2008). Arvestades suurt leiukohtade arvu, millest tulenevalt peaks olema ka kogutud materjali palju, on andmeid liigilisel tasemel avaldatud suhteliselt vähe. Eesti jõgede hüdrobioloogilise seire aruannetes on kolme rühma kohta toodud täpsed leiuandmed 71 liigi kohta (ühepäevikulisi 26, kevikulisi 12, ehmeistiivalisi 33 liiki). Liigitasemel leiufakte on avaldatud kokku 673.

Leheküljelt eElurikkus (Internet 3), mis koondab andmeid Eesti Maaülikooli kogude osakonna putukate kollektsioonidest (IZBE) ja Tartu Ülikooli Loodusmuuseumi kollektsioonidest (TUZ), leiab 20 ühepäevikuliste, 25 kevikuliste ja 81 ehmeistiivaliste

Eestist kogutud eksemplari andmed. Detailsed andmed puuduvad, enamiku puhul neist on toodud vaid kuupäev. Täpsemat leiukohta andmebaasist ei näe. Eeltoodu põhjal võib öelda, et nende kolme rühma liikide leiuandmete andmebaasistamine ja avaldamine on alles algjärgus.

Liikide uurimisel, nende leviku kaardistamisel ja mistahes analüüsil on määrava tähtsusega korrektselt säilitatud materjalid ehk tõendusmaterjalid. Kõnealuse kolme suurselgrootute rühma materjalide (proovide) asukohta ei ole sageli avaldatud allikates mainitud. Seda võib küll kaudselt kindlaks teha ja ka oletada, et materjal asub vastavat tööd teinud institutsioonis. Liikide biosüsteemataikaalasel uurimisel on aga vajalik, et selle asukoht oleks täpselt ära näidatud koos kasutamistingimustega teadustööks. Andmebaasid, millele viidatakse eelpool mainitud töödes, on institutsionaalsed ja nendele avalik juurdepääs puudub.

Eesti Keskkonnaministeeriumi aruandes „Pinnavee ökoloogilise seisundi hindamise metoodika bioloogiliste kvaliteedielementide alusel“ (Timm et al. 2010), mis on üheks oluliseks dokumendiks Eestis veeselgrootute uurimisel ja mis käsitleb ka vooluvete suurselgrootuid, on materjalide säilitamise osas toodud punkt, kus öeldakse, et vastavaid materjale tuleks säilitada vähemalt viis aastat. Säilitamine peaks siiski toimuma tähtajatult, nii nagu seda tehakse klassikaliste zooloogiliste tõendusmaterjalide puhul. Ilma selleta puuduks võimalus kontrollida määranguid ja muid andmeid ning tööd, mis sellise vähest aega säilitatava materjali põhjal avaldatakse, kaotaksid oma teaduslikust väärtusest olulise osa.

Autori arvates oleks tulevikus eelpool mainitud vajalikes uuringutes võimalik kasutada kogutud andmetest taksonirikkuse ja EPT indeksi lähteandmeid, sest need nõuavad liigi tasemel määrangut. Üheks infotratsiooni allikaks oleksid jõgede hüdrobioloogilise seire koondandmed, kus on välja toodud seirekohtade geograafilised koordinaadid. Autori arvates võiksid monitooringu töid sooritanud institutsioonide andmebaasides olemas olla ka seirekohtade liigilised nimestikud, kuna on kasutatud liigilist määrangut vajavaid indekseid. Kui geograafilised koordinaadid kõrvutada liikide nimestikega vastavatest seirekohtadest, oleks võimalik täpsete leiukohtade kaardistamine liigilisel tasemel.

## Kokkuvõte

Käesolevas töös on antud ülevaade Põhjamaades ja Eestis vooluvete bioloogilise seisundi hindamisel kasutatavatest peamistest kaasaegsetest meetoditest. Analüüsitud on nende meetodite sobivust ja usaldusväärsust vooluvete etalonseisundi määratlemisel ja kolme suurselgrootute rühma puhul faunistiliste alusandmete (liigiline koosseis, liikide levik) saamisel. Koostati ka ka lühikokkuvõte Eesti vooluveekogude elustiku uurimisest, mis aitab mõista veeselgrootute uurituse seisul meil.

Töös on selgitatud, et vooluvete uurimisega on tõsisemalt tegeletud viimase 60 aasta jooksul. Täpsemate andmete avaldamine suurselgrootute osas liigilisel tasemel on jäänud ebapiisavaks, et saada veekogude kaitseks ja hea seisundi tagamiseks adekvaatset informatsiooni. Suurselgrootute uurimist on siinjuures mõjutanud positiivselt Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiivist tulenev kohustus viia veekogude seisund heale tasemele.

On uuritud kolme kõige enam vooluvete bioindikatsioonis kasutatava selgrootute rühma (ühapäevikulised, kevikulised, ehmesiivalised) liigilise koosseisu ja leviku uuritust Eestis, hindamaks millisel määral on selle põhjal võimalik määratleda vooluvete etalonseisundit Euroopa Liidu Veepoliitika Raamdirektiivi tingimustele vastavalt. Selgitati liigid, kes elavad meie tingimustes vooluvetes.

Nende rühmade liigiline koosseis võrreldes naaberaladega on kolme rühma puhul praeguseks ajaks selgitatud üsna täielikult.

Ühapäevikulisi on Eestis teada 39 liiki (Rootsis 43 liiki ja Soomes 53 liiki). Vooluvetega seotud liike on Eestis 33. Kaasaegset terviknimestikku antud seltsi kohta avaldatud ei ole. Leviku kaarte on avaldatud ainult A.Järvekülje monograafias 8 liigi kohta.

Kevikulisi on Eestis teada 25 liiki (Rootsis 37 ja Soomes 36 liiki). Vooluvetega on seotud liike on Eestis 13. H. Timmi poolt on aastal 2000 koostanud kevikuliste liigilise leviku kaardid.

Ehmesiivalisi on Eestis teada 190 liiki (Rootsis 217 ja Soomes 207 liiki). Vooluvetega on neist Eestis seotud 133 liiki. Vastsete leiuandmete andmetel põhjal Eesti vooluvetes on avaldatud seitsme liigi levikukaardid.

Töös leiti, et seni kasutatud bioindikatsiooni meetodite tingimustel kogutud ja läbitöötatud andmed Eestis ühapäevikuliste, kevikuliste, ehmesiivaliste osas ei ole piisavad, et saada liikide tasemel head ülevaadet elupaigalise levikust.



Töö tulemusena järel dati, et ebatäpset hinnangut Eesti vooluvete ökoloogilisele seisundile vältida, on vaja käsitletud kolme suurselgrootute rühma uurida liigilisel tasemel ning luua uued etalonseisundid lähtudes erinevatest vooluvete mikroelupaikade liigilisest koosseisust. Vastavaid uuringuid on mõne rühma puhul naaberaladel läbi viidud, Eestis sellised uuringud puuduvad. Seetõttu on raske määratleda meie vooluvete etalonseisundit kaudsel meetodil, toetudes lähialade andmetele. Edasiste uuringute lihtsustamiseks oleks oluline teha avalikult kättesaadavaks suuremate Eesti vooluvete seirete andmestikud ning koostada erinevate vooluvete seirete leiukohtade liigilised nimestikud.

## Summary

### **An overview of the research conducted on Estonian running water macroinvertebrates and the usage of them as bioindicators**

The aim of the present study was to give an overview of the modern methods for assessing the biological condition of running waters in Northern countries and in Estonia. The suitability and reliability of these methods in assessing the reference condition of running waters and in getting the faunistic base data (composition of species, distribution of species) in three groups of macroinvertebrates was analyzed. Also a summary of assessment of the biota of Estonia's running waters, which will help understand the state of knowledge of benthic macroinvertebrates in Estonia, is given.

It is explained that the active assessment of running waters on a more serious level has been going on during the recent 60 years. The publication of precise data about macroinvertebrates on the species level to get adequate information on protecting and establishing "good" conditions of running waters has been insufficient. The knowledge and studies about macroinvertebrates has been positively influenced by the European Union Water Framework Directive which obliges establishing good conditions in waterbodies.

The composition of species and distribution of the three most common macroinvertebrate taxa (ephemeroptera, plecoptera, trichoptera) in running water bioindication in Estonia have been studied to assess the possibilities of assessing the reference condition in running waters based on the terms of the European Union Water Framework Directive. The species who live in running waters in our conditions were determined. The composition of species in these three groups for the moment is determined quite completely compared to the neighbouring areas.

There are 39 species of mayflies known to Estonia (43 in Sweden and 53 in Finland). There are 33 species in Estonia that are connected to running waters. A. Järvekülg has published 8 distribution maps in his monography.

There are 25 species of stoneflies known to Estonia (37 in Sweden and 36 in Finland). There are 13 species in Estonia that are connected to running waters. In 2000 H. Timm published the distribution maps of stonefly species.

There are 190 species of caddisflies known to Estonia (217 in Sweden and 207 in Finland). There are 133 species in Estonia that are connected to running waters. Based on larvae records there are distribution maps of seven species.

In this study it was concluded that the data that was acquired and analyzed by the terms of bioindication methods is insufficient in part of mayflies, stoneflies and caddisflies to get a good overview of habitat distribution on the species level. To avoid inaccurate assessment of ecological quality of Estonian running waters it was concluded that it is necessary to study the discussed three macroinvertebrate groups on the species level and it is also necessary to create a new reference condition considering the species composition in different microhabitats. Some studies have been conducted in neighbouring countries, there are none in Estonia. Therefore it is difficult to assess the reference condition with indirect methods considering data from neighbouring countries. To simplify future studies it is important to allow access to major databases of running water monitoring and it is important to assemble species record lists of running water monitoring.

## **Tänuavaldused**

Olen väga tänulik oma juhendajale Mati Martinile ja oma isale Jaan Luigile, kes olid suureks abiks lõputöö valmimisel.

## Kasutatud kirjandus

- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F. & Furse, M. T. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 17: 333–347
- Braukmann, U. 2001. Stream acidification in South Germany – chemical and biological assessment methods and trends. *Aquatic Ecology* 35: 207–232
- Brittain, J.E & Saltveit, S.J., 1996: Plecoptera, Stoneflies. – Anders Nilsson (ed.): *The Aquatic Insects of North Europe*. 55–75
- Danish Environmental Protection Agency, 1998. Biological assessment of watercourse quality. Guidelines, No. 5–Danish Environmental Protection Agency, Ministry of Environment and Energy. Copenhagen 39 (in Danish)
- Edington, J.M., Hildrew, A.G. 2005. Caseless Caddis Larvae of the British Isles, with notes on their ecology. *Freshwater Biological Publication* 53: UK. 136
- Elberg, K. 1995. Eesti Loomastik. Liikide arv rühmades. – Rmt.: Raukas, A. (koost.) Eesti. Loodus. Tallinn. 442–443
- Engblom, E., 1996: Ephemeroptera, Mayflies – Anders Nilsson (ed.): *The Aquatic Insects of North Europe*. 13–53.
- Хаберман Х. М. 1953. Материалы по фауне поденок Эстонской ССР – Энтом. Обзор: 33
- Järvekülg, A., 2001. Eesti jõed. Tartu Ülikooli Kirjastus. Tartu. 750
- Лепнева С.Г., 1964. Фауна СССР. Ручейники. том II. выпуск 1. личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Annulipalpia). Издательство “Наука” Москва, Ленинград. 562
- Lillehammer A. 1988. Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark – In *Fauna Entomologica Scandinavia* 21: 1–165.
- Lokk, S., Laugaste R., Leinsalu, M. 1988. Peipsi–Pihkva järve suubuvate jõgede vee hüdrobioloogilistest ja hüdrokeemilistest näitajatest 1985–1987.a. Rmt.: Kaasaegse ökoloogia probleemid. Eesti siseveekogude kasutamine ja kaitse. Tartu. 31–34
- Lokk, S. 1994 Võrtsjärve Ja Peipsi järve sissevoolude seisundi sessoonsetest muutustest mikrobioloogiliste näitajate alusel. Rmt.: Järvekülg, A (toim.). Eesti jõgede ja järvede seisund ning kaitse. Tallinn. 204–2014

- Luig, J. 2004. Fauna Europaea: Estonian Ephemeroptera. In Thomas, Dr Alain & Belfiore, Dr Carlo (eds.) (2004). Fauna Europaea. Ephemeroptera, Fauna Europaea version 1.1, <http://www.faunaeur.org>.
- Porgasaar, V., Viik, M. 1986. Ülevaade Suur-Emajõe vee biogeennisalduse sessoonse uurimise tulemusest 1986. a. Jõe eri lõikudes. Aruanne lepingu nr. 222 uurimustööde täitmise kohta. Tartu. Käsikiri ZBI kogudes. 70–77
- Randveer, A. 1986. Suur-Emajõe fütoplanktoni koosseis, biomass ja arvukus 1986. a. Kevadel, suvel ja sügisel. Aruanne lepingu nr. 222 uurimustöö täitmise kohta. Tartu. Käsikiri ZBI kogudes. 78–82
- Remm, H., 1966. Putukate välimääraja. I. (*Apterygota, Palaeoptera, Hemimetabola*). Tartu. 184
- Remm, H., 1970. Putukate välimääraja. I. (*Apterygota, Palaeoptera, Hemimetabola*). Teine trükk. Tartu. 191
- Remm, E. 1970. Eesti ühepäevikuliste määraja (*Ephemeroptera*) määraja. Abiks loodusevaatlejale, 60. Tartu. 57
- Ristkok, J. 1969. Ihtüofenoloogilised vaatlused eesti NSV-s 1956–1960, I ja II. Loodusuurijate Selts, Abiks Loodusvaatlejale, nr. 58 ja 59, Tartu. 95, 118
- Ristkok, J. 1970. Märkmeid Savijõe hüdrobioloogiast. TRÜ Toimetised, vihik 255. Zooloogia-alaseid töid, VII: Tartu. 41–48
- Ristkok, J. 1974. Ihtüofenoloogilised vaatlused Eesti NSV-s 1961–1965. Loodusuurijate Selts, Abiks Loodusvaatlejale 63: Tartu. 131
- Ristkok, J. 1994. Emajõe Veestiku Vooluvetest Leitud Hüdrobiondid – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat 75: 97–158
- Rosenberg, D.M., & V.H. Resh, 1993. Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates – D.M. Rosenberg & V.H. Resh (eds.), Chapman & Hall. New York – London. 1–9.
- Ruse, K. 1969. Emajõe vanajõgede planktonist. TRÜ Toimetised, vihik 231. Zooloogia-alaseid töid 5: Tartu. 88–112
- Skriver J., Friberg N. & Kirkegaard J., 2000. Biological assessment of running waters in Denmark: introduction of the Danish Stream Fauna Index (DSFI). Verh. Internat. Verein. Limnol 27: 1822–1830
- Skuja, A., Spunģis, V. 2010. Influence of environmental factors on the distribution of caddisfly (Trichoptera) communities in medium-sized lowland streams in Latvia. Estonian Journal of Ecology 59: 197–215

- Solem, J.O. & Gullefors, B., 1996: Trichoptera, Caddisflies. – In Anders Nilsson (ed.): The Aquatic Insects of North Europe: 223–255.
- Timm H. 1994. Kevikuliste (*Plecoptera*, *Insecta*) levikust Eestis – Eesti Looduseuurijate Seltsi aastaraamat 75: 185–191.
- Timm, H. 1996. Puruvanad, omaette olijad – Eesti Loodus 7: 219 – 221
- Timm, H. 1998a. Ühepäevikulised, *Ephemeroptera* – Rmt.: Lilleleht, V. (toim.), Eesti punane raamat. Ohustatud seened, taimed ja loomad. Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon. 87
- Timm, H. 1998b. Kevikulised, *Plecoptera* – Rmt.: Lilleleht, V. (toim.), Eesti punane raamat. Ohustatud seened, taimed ja loomad. Eesti Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon. Tartu. 89
- Timm, H. 1998c. Igapäevased ühepäevikulised – Eesti loodus 7: 332
- Veepoliitika Raamdirektiiv, 2002. Euroopa Parlamendi ja Euroopa Liidu Nõukogu direktiiv 2000/60/EÜ. Keskkonnaministeerium. 63
- Timm, H. 1999. Kevikulised – Külmade vete päriselanikud. – Eesti loodus 6: 228–229
- Timm H. 2000a. Distribution of Stoneflies (Insecta: Plecoptera) in Estonia – In Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol. 277–288
- Timm, H. 2000b. Vooluvete seisundi hindamine suurselgrootute põhjal. Eesti loodus 4: 144–145
- Timm, H. 2000c. Kahva ja pintsetiga kvaliteedijahil. Eesti loodus 5: 195–196
- Timm H., 2006. Jõgede ja järvede etalonseisundist Eestis selgrootute põhjaloomade järgi. Rmt: Kaasaegse ökoloogia probleemid. Loodushoiu majandushoovad. Eesti X Ökoloogiakonverentsi lühiartiklid. Tartu, 27.–28 aprill, 2006. Toim. T. Frey. Tartu. 193–199.
- Timm H., Mardi K., Möls T., 2008. Macroinvertebrates in Estonian streams: the effect of habitat, season, and sampling effort on some common metrics of biological quality. – Estonian Journal of Ecology 57: 37–57
- Timm H., Vilbaste S. 2010. Pinnavee ökoloogilise seisundi hindamise meetoodika bioloogiliste kvaliteedielementide alusel. Bentiliste ränivetikate kooslus jões. Suurselgrootute põhjaloomade kooslus jões ja järves. Eesti Vabariigi Keskkonnaministeerium. Eesti Maaülikool. Leping 4 – 1.1/166 aruanne.
- Viidalep, J., Timm, H., Salokannel, J., 2011: Estonian Caddisflies (Insecta: Trichoptera). an annotated checklist. Entomologica Fennica 194–201

- Višinskienė, G., 2009: The updated checklist of lithuanian caddisflies (insecta: Trichoptera) with notes on species rarity. *Acta Zoologica Lithuanica* 19: 25–40
- Vilbaste, K. 1986. Suur–Emajõe fütoplanktoni potentsiaalse primaarproduktsooni uurimise tulemused jõe eri lõikudes 1986. a. Suvel Aruanne lepingu nr. 222 uurimustöö täitmise kohta. Tartu. Käsikiri ZBI kogudes. 83–84
- Wallace, I.D., Wallace, B., Philipson, G.N. 2003. Case–Bearing Caddis Larvae of Brittain and Ireland. *Freshwater Biological Association* 61: 262
- Wallin, M., T. Wiederholm & R. K. Johnson, 2003. Guidance on establishing reference conditions and ecological status class boundaries for inland surface waters. CIS Working Group 2.3 – REFCOND. 7th Version.
- Wiberg–Larsen, P., Brodersen. K. P., Birkholm, S., Grøn, P. N. and Skriver, J. 2000. Species richness and assemblage structure of Trichoptera in Danish streams. *Freshwater Biology* 43: 633–647
- Wiggins, Glenn B. 1998. The caddisfly family Phryganeidae (Trichoptera) – Toronto [etc.]: University of Toronto Press 9: 306
- Wright J., 2000. An introduction to RIVPACS. – Assessing the biological quality of fresh waters: RIVPACS and other techniques. Ed. by J.F. Wright, D.W. Sutcliffe and M.T. Furse. *Freshwater Biological Association*, Ambleside, Cumbria, UK. 1–24



## Käsitkirjalised viited

- Mardi, K. 2002. Biological Quality In Estonian Running Waters: Creating Database Of Reference Areas On The Basis Of Taxonomical Composition Of Macroinvertebrates. Master Thesis. Tartu Ülikool. Zooloogia ja Hüdrobioloogia Instituut. Tartu 94
- Sirel, A. 2011. Eesti vooluvete seisundist suurselgrootute järgi tugeva inim mõjuga lõikudes. Magistritöö. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 36
- Nurmik, M. 2011. Õgvenduse mõju vooluvete suurselgrootute seisundile. Magistritöö. Eesti Maaülikool, Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 55
- Muna, M. 2013. Väikejõed ja nende bioloogilise seisundi hindamine suurselgrootute põhjal. Magistritöö. Eesti Maaülikool, Limnoloogiakeskus. Tartu. 37

## Internetiallikad

1. Jõgede hüdrobioloogiline seire  
([http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2106&Itemid=419](http://seire.keskkonnainfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=2106&Itemid=419))
2. Pinnaveekogumite moodustamise kord ja nende pinnaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, pinnaveekogumite seisundiklassid ja seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ning seisundiklasside määramise kord, 2009  
(<https://www.riigiteataja.ee/ert/act.jsp?id=13210253&replstring=33>)
3. E-elurikkus (<http://elurikkus.ut.ee/>)

**Lisa 1** Taani vooluvete fauna indeksi (DSFI) arvutamine (Skriver et al., 2000) järgi

		(P-N)			
		< (-1)	(-1) - 3	4 - 9	> 9
Klassid ja võtmerühmad	Esineb:	Indeksi väärtused			
<b>Klass 1.</b> Brachyptera, Capnia, Leuctra, Isogenus, Isoperla, Isonychia, Perlodes, Protonemura, Siphonoperla, Ephemeridae, Limnius, Glossosomatidae, Sericostomatidae.	≥ 2 võtmerühma	-	5	6	7
	ainult 1 võtmerühm	-	4	5	6
<b>Klass 2.</b> Amphinemura, Taeniopteryx, Ametropodidae, Ephemerellidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Siphonuridae; Elmis, Elodes, Rhyacophilidae, Goeridae, Ancyclus. Kui Asellus ≥ 5 isendit, => klass 3; kui Chironomus ≥ 5 isendit => klass 4.		4	4	4	5
<b>Klass 3.</b> Gammarus ≥ 10 isendit. Caenidae; Trichoptera sugukonnad (v.a. klassides 1 ja 2 nimetatud) ≥ 5 isendit. Kui Chironomus > 5 isendit, => Klass 4.		3	4	4	4
<b>Klass 4.</b> Gammarus ≥ 10 isendit. Asellus, Caenidae, Sialis või Trichoptera sugukonnad (v.a. klassides 1 ja 2 nimetatud).	≥ 2 võtmerühma	3	3	4	-
	ainult 1 võtmerühm	2	3	3	-
<b>Klass 5.</b> Gammarus < 10 isendit. Baetidae; või Simuliidae ≥ 25 isendit. Kui Oligochaeta > 100 isendit, => klass 5, 1 võtmerühm. Kui Eristalinae ≥ 2 isendit, => klass 6.	≥ 2 võtmerühma	2	3	3	-
	ainult 1 võtmerühm	2	2	3	-
<b>Klass 6.</b> Tubificidae, Psychodidae, Chironomidae, Eristalini.		1	1	-	-

**P** (positiivsed grupid): Tricladida, Gammarus, kõik Plecoptera perekonnad, kõik Ephemeroptera sugukonnad, Elmis, Limnius, Elodes, Rhyacophila; kõik kaasaskantava majaga Trichoptera sugukonnad; Ancyclus fluviatilis.

**N** (negatiivsed grupid): Oligochaeta, Helobdella, Erpobdella, Asellus, Sialis, Psychodidae, Chironomus, Eristalinae, Sphaerium, Lymnaea (=Radix).

Indeksi arvutamisel leitakse esmalt õige klass, seejärel õige veerg, liites kokku P ja N arvestusega, et iga P annab 1 pluss- ja iga N ühe miinuspunkti

**Lisa 2** Ühepäevikuliste (Ephemeroptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes  
ning voluvetega seotud liigid

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eestis vooluvetega seotud liigid
<i>Acentrella</i>	<i>lapponica</i> Bengtsson, 1912			1	1	
<i>Baetis</i>	<i>bucératus</i> Eaton, 1870		1	1		
<i>Baetis</i>	<i>bundyae</i> Lehmkuhl, 1973			1		
<i>Baetis</i>	<i>calcaratus</i> Keffermüller 1972		1			
<i>Baetis</i>	<i>digitatus</i> (Bengtsson, 1912)		1	1	1	
<i>Baetis</i>	<i>fuscatus</i> (Linnaeus 1761)	1	1	1	1	1
<i>Baetis</i>	<i>liebenauae</i> Keffermüller 1974		1	1	1	
<i>Baetis</i>	<i>macani</i> Kimmins, 1957		1	1	1	
<i>Baetis</i>	<i>muticus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Baetis</i>	<i>niger</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	1	1	1
<i>Baetis</i>	<i>rhodani</i> (Pictet 1843)	1	1	1	1	1
<i>Baetis</i>	<i>scambus</i> (Eaton, 1870)			1	1	
<i>Baetis</i>	<i>subalpinus</i> Bengtsson, 1917			1	1	
<i>Baetis</i>	<i>tracheatus</i> KefferMüller & Machel, 1967				1	
<i>Baetis</i>	<i>vernus</i> Curtis 1834	1	1	1	1	1
<i>Baetopus</i>	<i>tenellus</i> (Albarda 1878)				1	
<i>Centroptilum</i>	<i>luteolum</i> (Müller, 1776)	1	1	1	1	1
<i>Cloeon</i>	<i>dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	1	1	
<i>Cloeon</i>	<i>inscriptum</i> Bengtsson, 1914	1	1	1	1	1
<i>Cloeon</i>	<i>praetextum</i> Bengtsson 1914	1	1	1	1	1
<i>Cloeon</i>	<i>schoenemundi</i> Bengtsson, 1936		1	1		
<i>Cloeon</i>	<i>simile</i> Eaton 1870	1	1	1	1	
<i>Procloeon</i>	<i>bifidum</i> (Bengtsson, 1912)	1	1	1	1	1
<i>Ameletus</i>	<i>alpinus</i> Bengtsson, 1913			1		1
<i>Ameletus</i>	<i>inopinatus</i> Eaton 1887	1		1	1	1
<i>Parameletus</i>	<i>chelifer</i> Bengtsson 1908			1	1	
<i>Parameletus</i>	<i>minor</i> Bengtsson, 1909			1	1	
<i>Siphonurus</i>	<i>aestivalis</i> (Eaton, 1903)	1	1	1	1	1
<i>Siphonurus</i>	<i>alternatus</i> (Say, 1824)	1	1	1	1	1
<i>Siphonurus</i>	<i>armatus</i> Eaton, 1870			1		1
<i>Siphonurus</i>	<i>lacustris</i> (Eaton, 1870)	1	1	1	1	1
<i>Metretopus</i>	<i>alter</i> Bengtsson, 1930			1	1	
<i>Metretopus</i>	<i>borealis</i> (Eaton, 1871)	1	1	1	1	1
<i>Arthroplea</i>	<i>congener</i> Bengtsson , 1909	1		1	1	1
<i>Afghanurus</i>	<i>joernensis</i> (Bengtsson 1909)			1	1	
<i>Electrogena</i>	<i>lateralis</i> (Curtis, 1834)		1			1

Ühepäevikuliste (Ephemeroptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eestis vooluvetega seotud liigid
<i>Heptagenia</i>	<i>dalecarlica</i> Bengtsson 1912			1	1	
<i>Heptagenia</i>	<i>flava</i> Rostock, 1878	1	1			1
<i>Heptagenia</i>	<i>fuscogrisea</i> (Retzius 1783)	1	1	1	1	1
<i>Heptagenia</i>	<i>longicauda</i> (Stephens, 1835)		1		1	
<i>Kageronia</i>	<i>orbiticola</i> (Kluge 1986)			1	1	
<i>Heptagenia</i>	<i>sulphurea</i> (Müller, 1776)	1	1	1	1	1
<i>Rhithrogena</i>	<i>germanica</i> Eaton, 1885		1	1		1
<i>Habrophlebia</i>	<i>fusca</i> (Curtis, 1834)	1			1	1
<i>Habrophlebia</i>	<i>lauta</i> McLachlan, 1884				1	
<i>Leptophlebia</i>	<i>marginata</i> (Linnaeus, 1767)	1	1	1	1	1
<i>Leptophlebia</i>	<i>vespertina</i> (Linnaeus 1758)	1	1	1	1	1
<i>Paraleptophlebia</i>	<i>cincta</i> (Retzius 1783)	1	1	1	1	1
<i>Paraleptophlebia</i>	<i>strandii</i> (Eaton 1901)			1	1	
<i>Paraleptophlebia</i>	<i>submarginata</i> (Stephens 1835)	1	1		1	1
<i>Paraleptophlebia</i>	<i>weneri</i> Ulmer 1920		1	1	1	
<i>Ephemer</i>	<i>danica</i> Müller 1764	1	1	1	1	1
<i>Ephemer</i>	<i>glaucoptis</i> (Pictet, 1843)			1		
<i>Ephemer</i>	<i>lineata</i> Eaton 1870	1		1		1
<i>Ephemer</i>	<i>vulgata</i> Linnaeus 1758	1	1	1	1	1
<i>Ephoron</i>	<i>nigridorsum</i> (Tshernova 1934)					
<i>Ephoron</i>	<i>virgo</i> Oliver 1791	1				
<i>Ephemerella</i>	<i>aroni</i> Eaton 1908	1		1	1	
<i>Serratella</i>	<i>ignita</i> (Poda 1761)	1	1	1	1	
<i>Eurylophella</i>	<i>karelica</i> Tiensuu 1935					
<i>Ephemerella</i>	<i>mucronata</i> (Bengtsson 1909)	1		1	1	1
<i>Ephemerella</i>	<i>notata</i> Eaton 1887		1			
<i>Brachycercus</i>	<i>harrisella</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Caenis</i>	<i>beskidensis</i> Sowa 1973			1		
<i>Caenis</i>	<i>horaria</i> (Linnaeus 1758)	1	1	1	1	1
<i>Caenis</i>	<i>lactea</i> (Burmeister 1839)	1	1	1	1	
<i>Caenis</i>	<i>luctuosa</i> Burmeister 1839)	1	1	1	1	1
<i>Caenis</i>	<i>macrura</i> Stephens 1835	1		1		1
<i>Caenis</i>	<i>pseudorivulorum</i> Keffermüller, 1960		1			1
<i>Caenis</i>	<i>rivulorum</i> Eaton 1884		1	1	1	
<i>Caenis</i>	<i>robusta</i> Eaton 1884	1	1	1	1	1
<i>Prosopistoma</i>	<i>pennigerum</i> (Müller 1785)			1		
<i>Ecdyonurus</i>	<i>aurantiacus</i> (Burmeister 1839)	1				1
<b>Kokku</b>		39	43	58	53	38

**Lisa 3** Kevikuliste (Plecoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Arcynopteryx</i>	<i>compacta</i> (MacLachlan, 1872)			1	1	
<i>Diura</i>	<i>bicaudata</i> (Linnaeus, 1758)	1		1	1	1
<i>Diura</i>	<i>nanseni</i> (Kempny, 1900)	1		1	1	1
<i>Isogenus</i>	<i>nubecula</i> Newman, 1833		1	1	1	
<i>Perlodes</i>	<i>dispar</i> (Rambur, 1842)	1	1	1	1	1
<i>Perlodes</i>	<i>microcephala</i> (Pictet, 1833)	1	1			1
<i>Isoperla</i>	<i>difformis</i> (Klapalek, 1909)	1	1	1	1	1
<i>Isoperla</i>	<i>grammatica</i> (Poda, 1761)	1	1	1	1	1
<i>Isoperla</i>	<i>obscura</i> (Zetterstedt, 1840)			1	1	
<i>Dinocras</i>	<i>cephalotes</i> (Curtis, 1827)		1	1		
<i>Isoptena</i>	<i>serricornis</i> (Pictet, 1841)	1	1	1	1	1
<i>Siphonoperla</i>	<i>burmeisteri</i> (Pictet, 1841)	1	1	1	1	1
<i>Xanthoperla</i>	<i>apicalis</i> (Newman, 1836)			1	1	
<i>Taeniopteryx</i>	<i>nebulosa</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Brachyptera</i>	<i>braueri</i> Klapalek, 1900		1	1		
<i>Brachyptera</i>	<i>risi</i> (Morton, 1896)	1	1	1	1	1
<i>Rhabdiopteryx</i>	<i>acuminata</i> Klapalek, 1905	1			1	1
<i>Amphinemura</i>	<i>borealis</i> (Morton, 1894)	1		1	1	1
<i>Amphinemura</i>	<i>palmeni</i> (Koponen, 1917)				1	
<i>Amphinemura</i>	<i>standfussi</i> (Ris, 1902)	1	1	1	1	1
<i>Amphinemura</i>	<i>sulcicollis</i> (Stephens, 1836)		1	1	1	
<i>Nemoura</i>	<i>arctica</i> Esben-Petersen, 1910			1	1	
<i>Nemoura</i>	<i>avicularis</i> Morton, 1894	1	1	1	1	1
<i>Nemoura</i>	<i>cinerea</i> (Retzius, 1783)	1	1	1	1	1
<i>Nemoura</i>	<i>dubitans</i> Morton, 1894	1	1	1	1	
<i>Nemoura</i>	<i>flexuosa</i> Aubert, 1949	1	1	1	1	1
<i>Nemoura</i>	<i>sahlbergi</i> Morton, 1896			1	1	
<i>Nemoura</i>	<i>viki</i> Lillehammer, 1972			1	1	
<i>Nemurella</i>	<i>pictetii</i> (Klapalek, 1900)	1	1	1	1	1
<i>Protonemura</i>	<i>hrabei</i> Raušer, 1956		1			
<i>Protonemura</i>	<i>intricata</i> (Ris, 1902)	1			1	1
<i>Protonemura</i>	<i>meyeri</i> (Pictet, 1841)	1	1	1	1	1
<i>Capnia</i>	<i>atra</i> Morton, 1896			1	1	
<i>Capnia</i>	<i>bifrons</i> (Newman 1839)		1	1		
<i>Capnia</i>	<i>nigra</i> (Pictet, 1833)			1		
<i>Capnia</i>	<i>pygmaea</i> (Zetterstedt, 1840)			1	1	
<i>Capnia</i>	<i>vidua</i> Klapalek, 1904			1	1	

Kevikuliste (Plecoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Capnopsis</i>	<i>schilleri</i> (Rostock, 1892)	1		1	1	1
<i>Leuctra</i>	<i>digitata</i> Kempny, 1899	1	1	1	1	1
<i>Leuctra</i>	<i>fusca</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Leuctra</i>	<i>hippopus</i> Kempny, 1899	1	1	1	1	1
<i>Leuctra</i>	<i>nigra</i> (Olivier, 1811)	1	1	1	1	1
Kokku		25	25	37	36	12

**Lisa 4** Ehmeistiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Ecnomus</i>	<i>tenellus</i> Rambur, 1842	1	1	1	1	1
<i>Cheumatopsyche</i>	<i>lepida</i> (Pictet, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Ceratopsyche</i>	<i>nevae</i> (Kolenati, 1858)			1	1	
<i>Ceratopsyche</i>	<i>silfvenii</i> (Ulmer, 1906)		1	1	1	
<i>Hydropsyche</i>	<i>angustipennis</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Hydropsyche</i>	<i>bulgaromanorum</i> Malicky, 1977	1			1	1
<i>Hydropsyche</i>	<i>contubernalis</i> McLachlan, 1865	1	1	1	1	1
<i>Hydropsyche</i>	<i>fulvipes</i> (Curtis, 1834)		1			
<i>Hydropsyche</i>	<i>pellucidula</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Hydropsyche</i>	<i>saxonica</i> McLachlan, 1884	1	1	1	1	1
<i>Hydropsyche</i>	<i>siltalai</i> Döhler, 1963	1	1	1	1	1
<i>Arctopsyche</i>	<i>ladogensis</i> (Kolenati, 1859)			1	1	
<i>Cyrnus</i>	<i>crenaticornis</i> (Kolenati, 1859)	1	1	1		1
<i>Cyrnus</i>	<i>fennicus</i> Klingstedt, 1937	1			1	
<i>Cyrnus</i>	<i>flavidus</i> McLachlan, 1864	1	1	1	1	1
<i>Cyrnus</i>	<i>insolutus</i> McLachlan, 1878	1	1	1	1	
<i>Cyrnus</i>	<i>trimaculatus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Holocentropus</i>	<i>dubius</i> Rambur, 1842	1	1	1	1	1
<i>Holocentropus</i>	<i>insignis</i> Martynov, 1924	1	1	1	1	
<i>Holocentropus</i>	<i>pivicornis</i> (Stephens, 1836)	1	1	1	1	1
<i>Holocentropus</i>	<i>stagnalis</i> (Albarda, 1874)	1	1	1	1	
<i>Holocentropus</i>	<i>varangensis</i> Mey, 1987		1			
<i>Neureclipsis</i>	<i>bimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Plectrocnemia</i>	<i>conjuncta</i> Martynov, 1914	1		1	1	1
<i>Plectrocnemia</i>	<i>conspersa</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Plectrocnemia</i>	<i>geniculata</i> McLachlan, 1871					
<i>Polycentropus</i>	<i>flavomaculatus</i> (Pictet, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Polycentropus</i>	<i>irroratus</i> (Curtis, 1835)	1	1	1	1	1
<i>Lype</i>	<i>phaeopa</i> (Stephens, 1836)	1	1	1	1	1
<i>Lype</i>	<i>reducta</i> (Hagen, 1868)	1	1	1	1	1
<i>Psychomyia</i>	<i>pusilla</i> (Fabricius 1781)	1	1	1	1	1
<i>Tinodes</i>	<i>maclachlani</i> Kiminns, 1966		1			
<i>Tinodes</i>	<i>pallidulus</i> McLachlan, 1878		1	1		
<i>Tinodes</i>	<i>unicolor</i> (Pictet, 1834)		1			
<i>Tinodes</i>	<i>waeneri</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Philopotamus</i>	<i>montanus</i> (Donovan, 1813)		1	1	1	
<i>Wormaldia</i>	<i>occipitalis</i> (Pictet, 1834)	1	1	1		1

Ehmestiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Wormaldia</i>	<i>subnigra</i> McLachlan, 1865	1	1	1	1	1
<i>Chimarra</i>	<i>marginata</i> Linnaeus, 1767	1		1	1	1
<i>Glossosoma</i>	<i>boltoni</i> Curtis, 1834		1		1	
<i>Glossosoma</i>	<i>intermedium</i> (Klapalek, 1892)			1	1	
<i>Glossosoma</i>	<i>nylanderi</i> McLachlan, 1865			1	1	
<i>Glossosoma</i>	<i>conformis</i> Neboiss, 1963					
<i>Agapetus</i>	<i>fuscipes</i> Curtis, 1834		1	1		
<i>Agapetus</i>	<i>ochripes</i> Curtis, 1834		1	1	1	
<i>Agraylea</i>	<i>cognatella</i> McLachlan, 1880			1	1	
<i>Agraylea</i>	<i>multipunctata</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Agraylea</i>	<i>sexmaculata</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Allotrichia</i>	<i>pallicornis</i> (Eaton, 1873)	1				?
<i>Hydroptila</i>	<i>angulata</i> Mosely, 1922	1		1	1	?
<i>Hydroptila</i>	<i>cornuta</i> Mosely, 1922	1	1	1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>forcipata</i> (Eaton, 1873)	1	1	1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>lotensis</i> Mosely, 1920				1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>occulta</i> (Eaton, 1873)	1	1	1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>pulchricornis</i> Pictet, 1834	1	1	1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>simulans</i> Mosely, 1920	1	1	1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>sparsa</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>tineoides</i> Dalman, 1819	1		1	1	1
<i>Hydroptila</i>	<i>vectis</i> Curtis, 1834	1		1		1
<i>Ithytrichia</i>	<i>clavata</i> Morton, 1905			1	1	
<i>Ithytrichia</i>	<i>lamellaris</i> Eaton, 1873	1	1	1	1	1
<i>Orthotrichia</i>	<i>angustella</i> (McLachlan, 1865)		1	1		
<i>Orthotrichia</i>	<i>costalis</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	
<i>Orthotrichia</i>	<i>tragetti</i> Mosely, 1930			1	1	
<i>Oxyethira</i>	<i>boreella</i> Svenson & Tjeder, 1975			1		
<i>Oxyethira</i>	<i>distinctella</i> McLachlan, 1880	1	1	1	1	?
<i>Oxyethira</i>	<i>ecornuta</i> Morton, 1893			1	1	
<i>Oxyethira</i>	<i>falcata</i> Morton, 1893		1		1	
<i>Oxyethira</i>	<i>flavicornis</i> (Pictet, 1834)	1	1	1	1	
<i>Oxyethira</i>	<i>frici</i> Klapalek, 1891		1	1	1	
<i>Oxyethira</i>	<i>klingstedti</i> Nymbom, 1983				1	
<i>Oxyethira</i>	<i>mirabilis</i> Morton, 1904			1	1	
<i>Oxyethira</i>	<i>sagittifera</i> Ris, 1897		1	1	1	
<i>Oxyethira</i>	<i>simplex</i> Ris, 1897	1		1	1	1
<i>Oxyethira</i>	<i>tristella</i> Klapalek, 1895	1	1	1	1	1



Ehmestiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Oxyethira</i>	<i>tenuella</i> Martynov, 1921	1				?
<i>Ptilocolpeus</i>	<i>granulatus</i> (Pictet)		1			
<i>Statctobiella</i>	<i>risi</i> (Felber, 1908)			1	1	
<i>Tricholeiochiton</i>	<i>fagesii</i> (Guinard, 1897)	1	1	1	1	?
<i>Rhyacophila</i>	<i>dorsalis</i> (Curtis, 1834)					
<i>Rhyacophila</i>	<i>fasciata</i> Hagen, 1859	1	1	1	1	1
<i>Rhyacophila</i>	<i>nubila</i> (Zetterstedt, 1840)	1	1	1	1	1
<i>Rhyacophila</i>	<i>obliterata</i> McLachlan, 1863	1		1	1	1
<i>Goera</i>	<i>pilosa</i> (Fabricius, 1775)	1	1	1	1	1
<i>Lithax</i>	<i>obscurus</i> (Hagen, 1859)	1	1			1
<i>Silo</i>	<i>nigricornis</i> (Pictet, 1834)		1			
<i>Silo</i>	<i>pallipes</i> (Fabricius, 1781)	1	1	1	1	1
<i>Isonychia</i>	<i>dubia</i> Stephens, 1837	1	1	1	1	1
<i>Apatania</i>	<i>auricula</i> Forsslund, 1930			1	1	?
<i>Apatania</i>	<i>dalecarlica</i> (Forsslund in F. & Tjeder, 1942)	1		1	1	1
<i>Apatania</i>	<i>forsslundi</i> Tobias, 1981			1		1
<i>Apatania</i>	<i>hispida</i> (Forsslund, 1930)			1	1	
<i>Apatania</i>	<i>muliebris</i> McLachlan, 1866		1	1		
<i>Apatania</i>	<i>stigmatella</i> (Zetterstedt, 1840)			1	1	
<i>Apatania</i>	<i>stylata</i> Navas, 1916			1		
<i>Apatania</i>	<i>wallengreni</i> McLachlan, 1871	1		1	1	?
<i>Apatania</i>	<i>zonella</i> (Zetterstedt, 1840)			1	1	
<i>Ecclisopteryx</i>	<i>dalecarlica</i> Kolenati, 1848		1	1	1	
<i>Anitella</i>	<i>obscurata</i> (McLachlan, 1876)		1	1	1	
<i>Chaetopteryx</i>	<i>sahlbergi</i> McLachlan, 1876			1	1	
<i>Chaetopteryx</i>	<i>villosa</i> (Fabricius, 1798)	1	1	1	1	1
<i>Brachypsyche</i>	<i>sibirica</i> (Martynov, 1924)			1	1	
<i>Chilostigma</i>	<i>sieboldi</i> McLachlan, 1875	1		1	1	
<i>Anabolia</i>	<i>concentrica</i> Zetterstedt, 1840	1		1	1	1
<i>Anabolia</i>	<i>furcata</i> Bauer, 1857		1	1		
<i>Anabolia</i>	<i>laevis</i> Zetterstedt, 1840	1		1	1	1
<i>Anabolia</i>	<i>nervosa</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Arctopora</i>	<i>trimaculata</i> Zetterstedt, 1840	1		1	1	?
<i>Asynarchus</i>	<i>contumax</i> McLachlan, 1880	1		1	1	
<i>Asynarchus</i>	<i>impar</i> (McLachlan, 1880)			1	1	
<i>Asynarchus</i>	<i>lapponicus</i> (Zetterstedt, 1840)			1	1	
<i>Asynarchus</i>	<i>thedenii</i> (Wallengren, 1879)			1	1	

Ehmestiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Colpotaulius</i>	<i>incisus</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Colpotaulius</i>	<i>major</i> Martynov, 1909				1	
<i>Glyphotaelius</i>	<i>pellucidus</i> (Retzius, 1783)	1	1	1	1	1
<i>Grammotaulius</i>	<i>nigropunctatus</i> Retzius, 1783	1	1	1	1	1
<i>Grammotaulius</i>	<i>nitidus</i> Müller, 1764	1	1	1		1
<i>Grammotaulius</i>	<i>sibiricus</i> McLachlan, 1874	1			1	
<i>Grammotaulius</i>	<i>signatipennis</i> McLachlan, 1876	1		1	1	
<i>Lenarchus</i>	<i>bicornis</i> (McLachlan, 1880 )	1		1	1	
<i>Lenarchus</i>	<i>productus</i> (Morton, 1896)			1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>affinis</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>algeus</i> (McLachlan, 1868)			1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>auricula</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>binotatus</i> Curtis, 1834		1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>bipunctatus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	?
<i>Limnephilus</i>	<i>borealis</i> (Zetterstedt, 1840)	1		1	1	?
<i>Limnephilus</i>	<i>centralis</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>coenosus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>decipiens</i> (Kolenati, 1848)	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>diphyes</i> McLachlan, 1880	1		1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>dispar</i> McLachlan, 1875	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>elegans</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>externus</i> Hagen, 1861	1		1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>extricatus</i> McLachlan, 1865	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>femoralis</i> Kirby, 1837			1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>femoratus</i> (Zetterstedt, 1840)	1		1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>fenestratus</i> (Zetterstedt, 1840)	1		1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>flavicornis</i> Fabricius, 1787	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>fuscicornis</i> Rambur, 1842	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>fuscinervis</i> Zetterstedt, 1840	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>germanus</i> McLachlan, 1875	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>griseus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	?
<i>Limnephilus</i>	<i>hirsutus</i> (Pictet, 1834)	1	1	1		
<i>Limnephilus</i>	<i>ignavus</i> McLachlan, 1865	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>lunatus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>luridus</i> Curtis, 1834		1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>marmoratus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>nigriceps</i> Zetterstedt, 1840)	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>pantodapus</i> McLachlan, 1875	1		1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>picturatus</i> McLachlan, 1875	1		1	1	

Ehmestiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Limnephilus</i>	<i>politus</i> McLachlan, 1865	1	1	1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>quadratus</i> Martynov, 1914	1		1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>rhombicus</i> (Linnaeus, 1858)	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>sericeus</i> (Say, 1824)	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>sparsus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>stigma</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>subcentralis</i> Brauer, 1857	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>subnitidus</i> McLachlan, 1875			1	1	
<i>Limnephilus</i>	<i>tauricus</i> Schmid, 1964		1	1		1
<i>Limnephilus</i>	<i>vittatus</i> (Fabricius, 1798)	1	1	1	1	1
<i>Limnephilus</i>	<i>xanthodes</i> McLachlan, 1873	1				
<i>Limnephilus</i>	<i>turanus</i> Martynov, 1928	1				
<i>Nemotaulius</i>	<i>punctatolineatus</i> (Retzius, 1783)	1	1	1	1	
<i>Phacopteryx</i>	<i>brevipennis</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	
<i>Rhadicoleptus</i>	<i>alpestris</i> (Kolenati, 1848)	1	1	1	1	?
<i>Enoicyla</i>	<i>pusilla</i> (Burmeister, 1839)		1			
<i>Halesus</i>	<i>digitatus</i> (Schränk, 1781 )	1	1	1	1	1
<i>Halesus</i>	<i>radiatus</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Halesus</i>	<i>tesselatus</i> (Rambur, 1842)	1	1	1	1	1
<i>Hydatophylax</i>	<i>infumatus</i> (McLachlan, 1865)	1	1	1	1	
<i>Mesophylax</i>	<i>impunctatus</i> McLachlan, 1884					1
<i>Micropterna</i>	<i>lateralis</i> (Stephens, 1837)		1	1	1	1
<i>Micropterna</i>	<i>sequax</i> McLachlan, 1875		1	1	1	1
<i>Parachiona</i>	<i>pivicornis</i> (Pictet, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Potamophylax</i>	<i>cingulatus</i> (Stephens, 1837)	1	1	1	1	1
<i>Potamophylax</i>	<i>latipennis</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Potamophylax</i>	<i>luctuosus</i> (Piller & Mitterpacher, 1783)	1	1			
<i>Potamophylax</i>	<i>nigricornis</i> (Pictet, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Potamophylax</i>	<i>rotundipennis</i> (Bauer, 1857)	1	1	1	1	1
<i>Stenophylax</i>	<i>permistus</i> McLachlan, 1895	1	1	1	1	1
<i>Stenophylax</i>	<i>vibex</i> Curtis, 1834					
<i>Stenophylax</i>	<i>lateralis</i> (Stephens, 1837)	1				
<i>Stenophylax</i>	<i>sequax</i> McLachlan, 1875	1				
<i>Brachycentrus</i>	<i>maculatus</i> (Fourcroy, 1785)		1			
<i>Brachycentrus</i>	<i>subnubilus</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Micrasema</i>	<i>gelidum</i> McLachlan, 1876	1		1	1	1
<i>Micrasema</i>	<i>setiferum</i> ( Pictet, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Crunoecia</i>	<i>irrorata</i> (Curtis, 1834)	1	1	1		1

Ehmestiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Lasiocephala</i>	<i>basalis</i> (Kolenati, 1848)		1			
<i>Lepidostoma</i>	<i>hirtum</i> (Fabricius, 1775 )	1	1	1	1	1
<i>Lepidostoma</i>	<i>basale</i> (Costa, 1857)	1				
<i>Agrypnetes</i>	<i>crassicornis</i> McLachlan, 1876	1		1	1	1
<i>Agrypnia</i>	<i>czerskyi</i> (Martynov, 1924)			1	1	
<i>Agrypnia</i>	<i>obsoleta</i> (Hagen, 1864)	1	1	1	1	
<i>Agrypnia</i>	<i>picta</i> Kolenati, 1848	1	1	1	1	
<i>Agrypnia</i>	<i>principalis</i> (Martynov, 1909)			1	1	
<i>Agrypnia</i>	<i>sahlbergi</i> (McLachlan, 1880)			1	1	
<i>Agrypnia</i>	<i>varia</i> (Fabricius, 1793)	1	1	1	1	
<i>Agrypnia</i>	<i>pagetana</i> Curtis, 1825	1				?
<i>Hagenella</i>	<i>clathrata</i> (Kolenati , 1848)	1	1	1	1	
<i>Oilgotrichia</i>	<i>reticulata</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	
<i>Oilgotrichia</i>	<i>lapponica</i> (Hagen, 1864)			1	1	
<i>Oligotrichia</i>	<i>striata</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Phryganea</i>	<i>bipunctata</i> Retzius, 1783	1	1	1	1	1
<i>Phryganea</i>	<i>grandis</i> Linnaeus, 1758	1	1	1	1	1
<i>Semblis</i>	<i>atrata</i> (Gmelin, 1790)			1	1	
<i>Semblis</i>	<i>phalaenoides</i> (Linnaeus, 1758)	1	1		1	1
<i>Trichostegia</i>	<i>minor</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	
<i>Adicella</i>	<i>reducta</i> (McLachlan, 1865)		1	1		
<i>Athripsodes</i>	<i>albifrons</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Athripsodes</i>	<i>aterrimus</i> (Stephens, 1836)	1	1	1	1	1
<i>Athripsodes</i>	<i>bilineatus</i> (Linnaeus, 1758)	1			1	1
<i>Athripsodes</i>	<i>cinereus</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Athripsodes</i>	<i>commutatus</i> (Rostock, 1874)	1		1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>alboguttata</i> (Hagen, 1860)	1	1	1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>annulicornis</i> (Stephens, 1836)	1	1	1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>dissimilis</i> (Stephens, 1836)	1	1	1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>excise</i> (Morton, 1904)	1		1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>fulva</i> (Rambur, 1842)	1	1	1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>nigronervosa</i> (Retzius, 1783)	1	1	1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>perplexa</i> (McLachlan, 1877)	1		1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>senilis</i> (Burmeister, 1839)	1	1	1	1	1
<i>Ceraclea</i>	<i>aurea</i> (Pictet, 1834)	1				
<i>Ceraclea</i>	<i>riparia</i> Albarda, 1874	1				
<i>Erotesis</i>	<i>baltica</i> McLachlan, 1877	1	1	1	1	
<i>Leptocerus</i>	<i>tineiformis</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Leptocerus</i>	<i>interruptus</i> Fabricius, 1775	1				

Ehmestiivaliste (Trichoptera) esinemine Eestis, Taanis, Rootsis ja Soomes ning  
vooluvetega seotud liigid (järg)

Perekond	Liik	Eesti	Taani	Rootsi	Soome	Eesti vooluvetega seotud liigid
<i>Mystacides</i>	<i>azurea</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	1	1	1
<i>Mystacides</i>	<i>longicornis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Mystacides</i>	<i>nigra</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	1
<i>Oecetis</i>	<i>furva</i> (Rambur, 1842)	1	1	1	1	
<i>Oecetis</i>	<i>lacustris</i> (Pictet, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Oecetis</i>	<i>notata</i> (Rambur, 1842)	1		1	1	1
<i>Oecetis</i>	<i>ochracea</i> (Curtis, 1825)	1	1	1	1	1
<i>Oecetis</i>	<i>testacea</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Paroecetis</i>	<i>strucki</i> (Klapalek, 1903)		1			
<i>Setodes</i>	<i>argentipunctellus</i> McLachlan, 1877			1		
<i>Setodes</i>	<i>punctatus</i> (Fabricius, 1793)	1				
<i>Triaenodes</i>	<i>bicolor</i> (Curtis, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Triaenodes</i>	<i>unanimis</i> McLachlan, 1877	1		1	1	1
<i>Triaenodes</i>	<i>conspersus</i> (Rambur, 1842)	1				
<i>Ylodes</i>	<i>detruncatus</i> (Martynv, 1924)	1		1	1	1
<i>Ylodes</i>	<i>reuteri</i> (McLachlan, 1880)	1	1	1	1	1
<i>Ylodes</i>	<i>simulans</i> (Tjeder, 1929)	1	1	1	1	1
<i>Molanna</i>	<i>albicans</i> (Zetterstedt, 1840)	1	1	1	1	1
<i>Molanna</i>	<i>angustata</i> Curtis, 1834	1	1	1	1	1
<i>Molanna</i>	<i>nigra</i> (Zetterstedt, 1840)	1		1	1	?
<i>Molanna</i>	<i>submarginalis</i> McLachlan, 1872			1	1	
<i>Molannodes</i>	<i>tinctus</i> (Zetterstedt, 1840)	1	1	1	1	1
<i>Beraea</i>	<i>maura</i> (Curtis, 1834)	1	1	1		1
<i>Beraea</i>	<i>pullata</i> (Curtrs, 1834)	1	1	1	1	1
<i>Beraeodes</i>	<i>minutus</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	1	1	1
<i>Ernodes</i>	<i>articularis</i> (Pictet, 1834)		1	1		
<i>Notidobia</i>	<i>ciliaris</i> (Linnaeus, 1761)	1	1	1	1	1
<i>Sericostoma</i>	<i>personatum</i> (Kirby & Spence, 1826)	1	1	1	1	1
<i>Odontocerum</i>	<i>albicorne</i> (Scopoli, 1763)	1	1	1		1
Kokku		190	166	217	207	133

## **LIHTLITSENTS**

Mina, Indrek Luig (23.03.1987),

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Eesti vooluvete suurselgrootute uuritusest ja kasutamisest bioindikaatoritena“, mille juhendaja on PhD Mati Martin,
  - 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, **21.05.2014**